



VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

ÚSTAV PROCESNÍHO INŽENÝRSTVÍ

INSTITUTE OF PROCESS ENGINEERING

ANALÝZA PRODUKCE OBECNÍHO ODPADU

MUNICIPAL WASTE PRODUCTION ANALYSIS

DIPLOMOVÁ PRÁCE

MASTER'S THESIS

AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Bc. Vít Švarc

VEDOUCÍ PRÁCE

SUPERVISOR

Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.

BRNO 2018

Zadání diplomové práce

Ústav: Ústav procesního inženýrství
Student: **Bc. Vít Švarc**
Studijní program: Strojní inženýrství
Studijní obor: Procesní inženýrství
Vedoucí práce: **Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.**
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma diplomové práce:

Analýza produkce obecního odpadu

Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Práce rozvíjí vytvořený výpočtový systém JUSTÝNA a zaměřuje se na toky různých skupin odpadu vznikajícího v českých obcích. Současné provedení optimalizačního nástroje JUSTÝNA pracuje s daty na celostátní úrovni, do budoucna je žádoucí zavedení detailnějších dat popisujících odpadové hospodářství na úrovni obcí a regionů. Využity budou reálné údaje o produkci a složení různých odpadových toků v českých regionech. Využity budou nejen záznamy o produkci a složení odpadu, ale i základní socio–ekonomické charakteristiky, mezi které patří např. počet obyvatel regionu, typ zástavby a nebo převažující způsob vytápění.

Cíle diplomové práce:

Popis problematiky produkce různých skupin odpadů.

Porovnání produkce odpadů a vývoje socio–ekonomických faktorů na úrovni obce nebo mikroregionu.

Vyhodnocení produkce separovaného komunálního odpadu v konkrétním regionu a formulace srozumitelných závěrů.

Návrh metodiky pro odhad a hodnocení produkce komunálního odpadu na úrovni obce nebo mikroregionu.

Seznam doporučené literatury:

Ministerstvo životního prostředí ČR: Plán odpadového hospodářství ČR pro období 2015 – 2024. Prosinec 2014, dostupné na [www: http://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr](http://www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr)

Komunální odpad – výsledky projektu „Výzkum vlastností komunálních odpadů a optimalizace jejich využívání“ SP/2f1/132/08. Dostupné na [www: http://www.komunalniodpad.eu/](http://www.komunalniodpad.eu/).

PAVLAS, M.; ŠOMPLÁK, R.; ZAVÍRALOVÁ, L.; STEHLÍK, P. Unique complex tools supporting decision/making in waste management. In Proceedings of 6th International Conference on Engineering for Waste and Biomass Valorisation: WasteEng2016 Conference. Albi Mines/Carmaux, 2016. p. 1-15. ISBN: 979-10-91526-05-0.

ŠOMPLÁK, R.; PAVLAS, M.; KROPÁČ, J.; ZAVÍRALOVÁ, L. Justýna – nástroj pro odhad produkce a výhřevnosti komunálních, odpadů na úrovni mikroregionů. Týden výzkumu a inovací pro praxi 2015 - symposium Odpadové fórum. In elektronická verze (online). 2015. s. 1-12. ISBN: 978-80-85990-26- 3.

Termín odevzdání diplomové práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18

V Brně, dne

L. S.

prof. Ing. Petr Stehlík, CSc., dr. h. c.
ředitel ústavu

doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.
děkan fakulty

Abstrakt

Práce popisuje současný stav odpadového hospodářství České republiky a problematiku produkce různých skupin odpadů. Využity jsou reálné údaje o produkci a složení odpadových toků v obci Jihlava. Práce dále hodnotí vliv lokálních podmínek v rámci obce na produkci separovaně sbíraných složek komunálního odpadu. Sledovány jsou vlivy, jako je hustota osídlení, typ zástavby nebo způsob vytápění. V práci je navržena metodika pro odhad a hodnocení produkce komunálního odpadu na úrovni obce. Použity jsou nástroje jako popisná statistika, korelační analýza nebo asociační pravidla.

Klíčová slova

Komunální odpad, obecní odpad, odpadové hospodářství, Jihlava

Abstract

Thesis analyses the current state of waste management of Czech Republic and the issue of production of various kinds of waste. Real data about production and composition of waste flows of Jihlava have been used. In addition, thesis evaluates the impact of local conditions on production of isolated constituents of municipal waste within the town. Influences such as density of population, housing development or form of heating have been monitored. A method on the town level for estimation and evaluation of production of municipal waste is designed in the thesis. Tools such as descriptive statistics, correlative analysis or association rules are used.

Key words

Municipal waste, waste management, Jihlava

Bibliografická citace

ŠVARC, V. *Analýza produkce obecního odpadu*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 61 s. Vedoucí diplomové práce Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že jsem diplomovou práci na téma *Analýza produkce obecního odpadu* vypracoval samostatně a s použitím materiálů uvedených v seznamu použité literatury.

V Brně dne 25. 5. 2018

.....
Vít Švarc

Poděkování

Tímto bych rád poděkoval především vedoucímu práce Ing. Jiřímu Kropáčovi, Ph.D. za vedení a rady při tvorbě práce. Rád bych také poděkoval všem cvičícím, přednášejícím a všem ostatním kolegům z Ústavu procesního inženýrství za získané znalosti při studiu a nakonec své rodině za podporu během celého studia.

OBSAH

1. ÚVOD A MOTIVACE.....	9
1.1 VÝPOČTOVÉ NÁSTROJE JUSTÝNA A NERUDA	11
2. PRODUKCE OBECNÍHO ODPADU	12
2.1 ODPADOVÉ HOSPODÁŘSTVÍ ČR.....	12
2.1.1 Legislativa v oblasti OH.....	13
2.1.2 Plán odpadového hospodářství České republiky.....	14
2.1.3 Plány odpadového hospodářství krajů a obcí	14
2.1.4 Statistiky v českém odpadovém hospodářství.....	14
2.2 PRODUKCE RŮZNÝCH SKUPIN ODPADŮ.....	15
2.2.1 Katalog odpadů.....	15
2.2.2 Komunální odpad	16
2.2.3 Směsný komunální odpad	16
2.2.4 Domovní odpad	17
2.2.5 Separovaně sbírané složky	17
2.2.6 Nebezpečný odpad, nebezpečné složky KO.....	17
2.2.7 Objemný odpad	17
2.3 TŘÍDĚNÍ ODPADU V RÁMCI OBCE	18
2.3.1 Sklo.....	18
2.3.2 Plast	18
2.3.3 Papír.....	18
2.3.4 Nápojové kartony	19
2.3.5 Ostatní odděleně sbírané odpady.....	19
2.3.6 Typy nádob na komunální odpad	20
2.3.7 Třídění odpadu v České republice.....	21
2.4 NAKLÁDÁNÍ S ODPADY	23
3. POSOUZENÍ PRODUKCE KO V JIHLAVĚ	25
3.1 OBEC JIHLAVA	26
3.2 DOSTUPNÉ DATOVÉ SADY	28
3.2.1 Databáze čísel popisných v Jihlavě	28
3.2.2 Databáze kontejnerů na separované složky v Jihlavě	28
3.2.3 Databáze svozů odpadu	29
3.2.4 Mapa přípojů centrálního zásobování teplem v obci Jihlava	29
3.2.5 Databáze firem	30
3.3 PŘÍPRAVA A ZPRACOVÁNÍ DAT	31
3.3.1 Roztřídění a párování dat	32
3.3.2 Zpřesnění dat	33

3.3.3	Párování ID kontejneru k ČP.....	36
3.3.4	Zpracování výstupů	37
3.3.5	Data pro další analýzy	40
3.4	ANALÝZA DAT	41
3.4.1	Odhad vlivů působících na produkci separovaného odpadu	41
3.4.2	Popisná statistika	44
3.4.3	Asociační pravidla.....	52
3.5	DISKUZE VÝSLEDKŮ	55
4.	ZÁVĚR.....	56
	SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ	57
	SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK	60
	SEZNAM PŘÍLOH	61

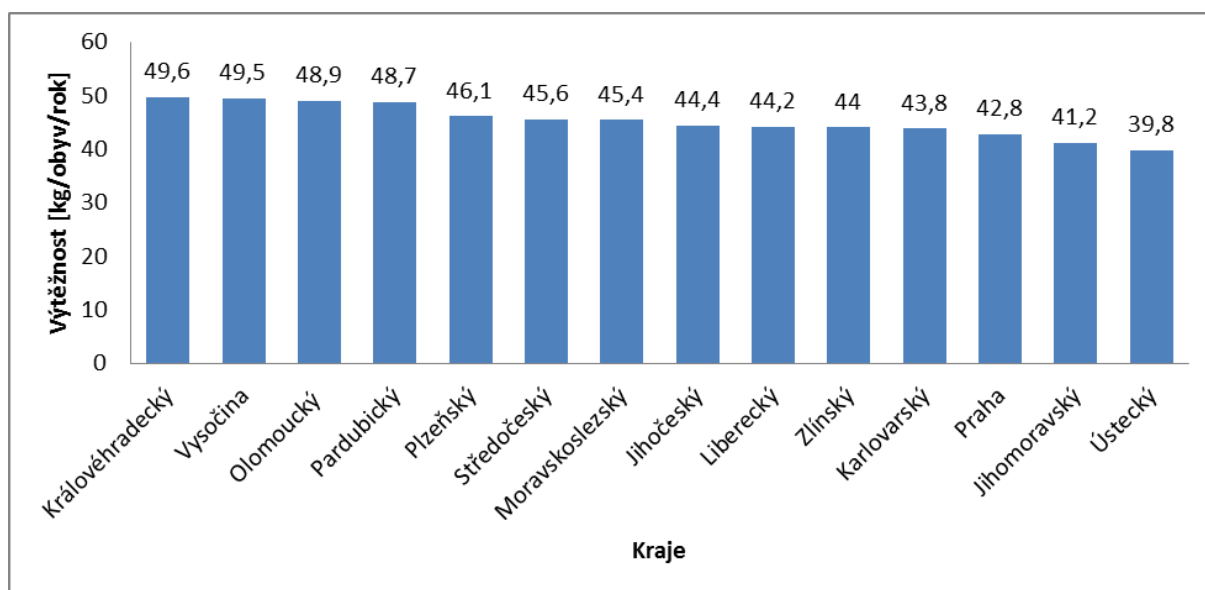
1. ÚVOD A MOTIVACE

Už ve velmi vzdálené minulosti lze sledovat počátky vzniku produkce odpadu. Vzhledem k tomu, že vzniká prakticky při každé lidské činnosti, tak ani dříve tomu nebylo jinak. V době, kdy se lidé stále stěhovali a kočovali, se odpad na žádném místě nehromadil. Navíc byl pouze přírodního původu, a proto pro ně nepředstavoval žádný závažný problém. Po založení vesnic a později i měst se ukázalo, že nahromaděného odpadu je třeba se určitým způsobem zbavit. S postupem času se díky hromadění odpadu na ulicích zhoršovala hygienická situace. Zlom nastal v 19. století, kdy vypukla epidemie cholery a dalších nemocí. V této době se objevují první snahy vybudovat systém, který by s odpady nějakým způsobem nakládal. Začalo tedy budování efektivního systému – pevné odpady šly na skládky, splašky do vybudované kanalizace. Uvnitř měst dále vznikala jeden z prvních systémů sběru odpadu. Začaly se objevovat i první zařízení na energetické využití odpadů. Zpětně se dá říci, že úroveň civilizace je přímo úměrná úrovni odpadového hospodářství. Při úpadku civilizace se jde dolů současně i úroveň odpadového hospodářství, začnou se šířit choroby a další [2].

V současné době je už odpadovému hospodářství věnována velká pozornost a to i z hlediska finančních prostředků. Pravidla pro nakládání s odpady jsou zakotvena v legislativě České republiky (ČR). Konkrétně je odpad definován jako každá movitá věc, kterou má člověk v úmyslu odložit nebo se jí zbavit. Definice vychází ze zákona č.185/2001 Sb. [2], respektive z legislativy Evropské Unie (EU) [8], [9]. Jako hlavní nástroj pro další směřování odpadového hospodářství je vytvářen takzvaný Plán odpadového hospodářství (POH). O povinnosti ohlašování, evidence a nakládání s komunálními odpady (KO), které jsou hlavním předmětem této závěrečné práce, se v ČR starají především obce.

Do budoucna je snaha zefektivnit sběr KO a i jeho následné nakládání. V poslední době se mluví o několika souvisejících trendech, kterými je směřování k tzv. „oběhovému hospodářství“ viz [42], a nástup průmyslu 4.0, který si jako hlavní cíle klade snahu o automatizaci, robotizaci a optimalizaci průmyslových postupů a procesů. Hledání nejvhodnějšího řešení na základě zvolených požadavků se zdá být cílem nadcházejícího období. Součástí průmyslu 4.0 je i tzv. koncept Smart City. Jedná se o přístup k rozvoji městských aglomerací, který využívá nejmodernější technologie pro zlepšení kvality života ve městech v oblastech, jako jsou zejména životní prostředí a dopravní situace. Zefektivnění může vést např. ke snižování emisí z provozu popelářských vozů. Díky využití technologií a rozdílných prvků, jako je sledování a identifikace kontejnerů, umožňují další statistické zpracování, následné zlepšení a efektivitu celého odpadového hospodářství. S tím souvisí také vyvíjení nových výpočtových nástrojů pro modelování dějů v OH, jako jsou např. Neruda a Justýna (Kapitola 1.1).

Předložená práce se zabývá analýzou produkce separovaných složek komunálního odpadu na úrovni obce, konkrétně v Jihlavě. Řešena je i míra separace odpadu, která s danou problematikou úzce souvisí. Míra třídění odpadu se značně liší dle jednotlivých krajů ČR. To může být způsobeno i sociální a ekonomickou situací daného kraje. Obrázek 1 zobrazuje výtěžnost separovaných složek odpadu (papír, plast a sklo) na jednoho obyvatele za jeden rok. Výtěžnost se pohybuje mezi 39 kg až 50 kg na jednoho obyvatele ročně. Největší výtěžnost je v Královéhradeckém kraji, na druhou stranu nejmenší v kraji Ústeckém.



Obrázek 1 Míra třídění odpadu v krajích ČR. Data z [11].

Intenzita třídění odpadu je tedy ovlivněna více faktory než jen pouhým počtem obyvatel v dané lokalitě. Nazývají se takzvané sociálně-ekonomické charakteristiky a jsou specifické pro každý region v celé České republice. Společenské (sociální faktory) regionu zahrnují faktory, které souvisí se způsobem života lidí. Patří sem demografická křivka, průměrná délka života, hustota obyvatelstva, úroveň vzdělávání, převažující hodnoty, životní styl v regionu a další [12]. Ekonomické faktory regionu zahrnují faktory související s vývojem ekonomických procesů. Patří mezi ně například toky peněz, zboží, služeb, trendy HDP (hrubý domácí produkt), kupní síla, nezaměstnanost, průměrná mzda, vývoj cen energií, daňové zatížení a další [12].

V této práci se sledují zejména faktory související s produkcí separovaných složek komunálního odpadu, jako je počet obyvatel připadající na daný kontejner a další vlivy. Mezi tyto vlivy patří například typ zástavby nebo převažující způsob vytápění. Pokud se zjistí vliv těchto faktorů na produkci odpadu, bude možné stejnou metodiku aplikovat i na další obce a odhadovat současnou i budoucí produkci daného odpadu. Výsledky práce, pak budou sloužit jako podklady pro další vývoj výpočtového nástroje Justýna na úrovni obce.

1.1 Výpočtové nástroje Justýna a Neruda

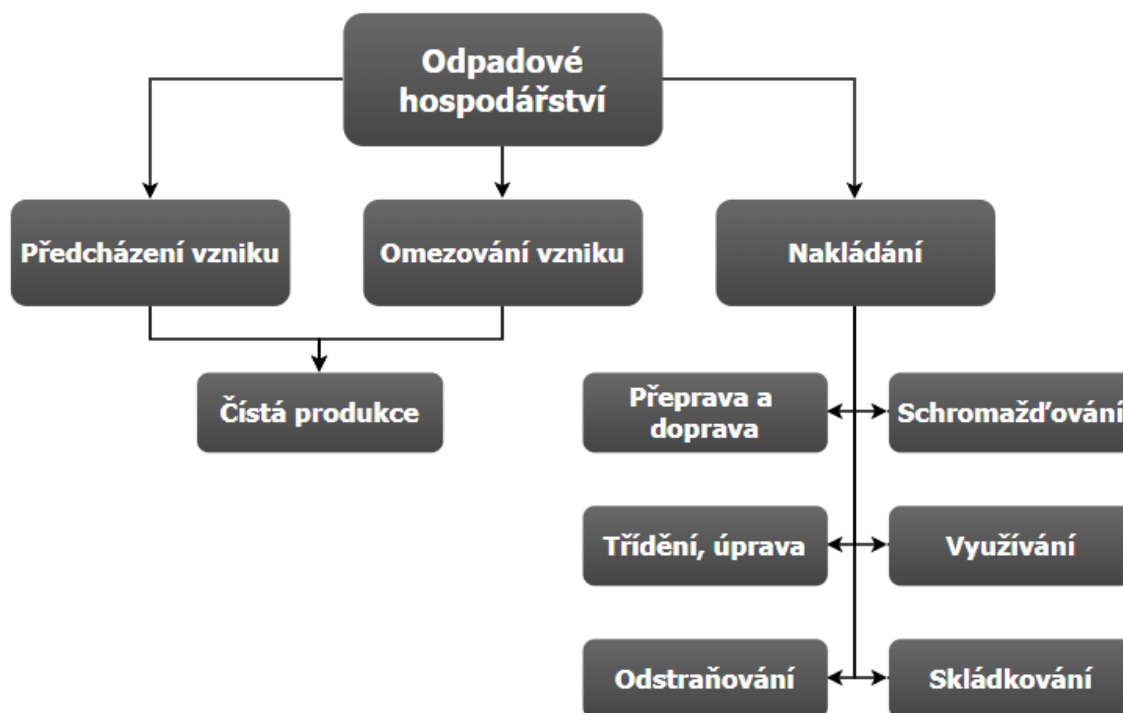
Jak již bylo zmíněno v úvodu, výsledky práce budou použity pro nastavení a další rozvoj výpočtového nástroje Justýna. Tento nástroj je dlouhodobě vyvíjen na pracovišti vedoucího práce UPI (Ústav procesního inženýrství). Justýna představuje nástroj pro prognózování prostorově distribuovaných dat. Najde uplatnění všude tam, kde je potřeba současně extrapolovat časové řady v mnoha bodech. Časové řady mohou být krátké, předpokládá se také neúplnost a různá kvalita dat, což je vhodné pro úlohy související s OH (odpadové hospodářství). Je zde použit rekursivně stochastický matematický model aplikovaný na území ČR, které je rozdělené do oblastí obcí s rozšířenou působností. Nástroj zpracovává dostupná statistická data z různých zdrojů informací, kombinuje je s obecně platnými modely a na mikroregionální úrovni vyhodnocuje kredibilitu těchto modelů. Nástroj předpokládá určitou nejistotu v kvalitě vstupních dat a jejich omezenou dostupnost. Do budoucna je žádoucí zavedení detailnějších dat popisujících odpadové hospodářství na úrovni obcí a regionů. Více o nástroji Justýna viz [13], [14], [15]. Příkladem aplikace Justýny je pak generovat vstupy pro nástroj NERUDA [23].

2. PRODUKCE OBECNÍHO ODPADU

Kapitola popisuje detailnější souvislosti problematiky OH v ČR. Patří sem současný legislativní rámec, plán odpadového hospodářství a definice nejčastěji používaných pojmů. Dále je zde popsán systém třídění a nakládání s odpady na úrovni obce se zaměřením se na odpady separovaně sbírané. Na závěr jsou pak předloženy veřejně dostupné údaje popisující produkci v obci Jihlava.

2.1 Odpadové hospodářství ČR

Pod pojmem odpadové hospodářství se skrývají činnosti týkající se předcházení vzniku odpadů, nakládání s nimi, dohled nad místem, kde jsou odpady trvale uloženy a následná kontrola takového místa. Současná forma odpadového hospodářství začala vznikat přibližně v 80. letech 20. století ve vyspělých státech, jako jsou USA (Spojené státy americké) nebo Japonsko. V České Republice se za doby socialismu odpadové hospodářství nijak zvláštním způsobem neregulovalo z hlediska legislativy a tak první zákon o odpadech vznikl až v roce 1991. Po vstupu ČR do Evropské unie se začaly zavádět Evropské směrnice a moderní postupy do celého systému OH. Současnou strukturu odpadového hospodářství popisuje Obrázek 2 [3].



Obrázek 2 Současná struktura odpadového hospodářství ČR [16].

2.1.1 Legislativa v oblasti OH

V legislativě ČR a EU se nachází hned několik zákonů, vyhlášek a směrnic, které souvisí s odpadovým hospodářstvím. Vzhledem k jejich velkému množství, jsou vybrány jen ty nejdůležitější, které mají nějakým způsobem vliv na tuto práci.

Zákon č. 185/2001 Sb. o odpadech

V tomto zákoně jsou stanovena pravidla pro předcházení vzniku odpadů a dále nakládání s nimi s ohledem na ochranu životního prostředí. Dále jsou zde uvedeny povinnosti dopravců a provozovatelů zařízení týkajících se odpadů. Zapracovává i příslušné předpisy Evropské unie [1].

Zákon č. 477/2001 Sb. o obalech

Účelem zákona o obalech je přecházení vzniku obalů a určení práv a povinností pro nakládání s danými obaly. Dále stanoví práva a povinnosti podnikajících právnických a fyzických osob a působnost správních úřadů při nakládání s obaly a uvádění obalů a balených výrobků na trh nebo do oběhu, při zpětném odběru a při využití odpadu z obalů a stanoví poplatky a ochranná opatření, opatření k nápravě a přestupky [4].

Vyhláška 93/2016 Sb. o Katalogu odpadů

Vyhláška zapracovává příslušné předpisy Evropské unie a stanoví Katalog odpadů, postup pro zařazování odpadu do něj a náležitosti návrhu obecního úřadu obce s rozšířenou působností na zařazení odpadu [5].

Vyhláška 383/2001 Sb. o podrobnostech nakládání s odpady

Ve vyhlášce lze nalézt informace o žádosti k provozování zařízení k odstraňování, sběru nebo výkupu odpadů. Dále je uveden seznam odpadů, které je možno vykupovat [6].

Vyhláška 374/2008 Sb. o přepravě odpadů

Vyhláška stanovuje rozsah dokumentace a informací, které jsou nutné pro jednotlivé druhy přepravy. Určuje, jak by měla být označena motorová vozidla, která přepravují odpad [7].

Směrnice Evropského parlamentu a Rady (ES) č. 98/2008 ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech

Směrnice Rady evropského společenství se snaží sjednotit ustanovení týkající se odpadového hospodářství, která platí v jednotlivých členských státech. Snaha je především na dodržování hierarchie nakládání s odpadem a řešení způsobů v oblasti nakládání s odpady [8].

Směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62/EC z 20. prosince 1994 o obalech a odpadech z obalů

Ve směrnici je popsána snaha o minimalizaci využívání obalů. Jsou popsány všechny obaly, které se vyskytují na trhu EU. Řeší také kroky k recyklaci a regeneraci s důrazem na snižování celkového objemu obalů [9].

Nařízení vlády č. 352/2014 Sb. o Plánu odpadového hospodářství České republiky

Nařízení vlády stanovuje zásady pro vytvoření Plánu odpadového hospodářství a určuje jeho platnost, která je v současnosti 10 let [10].

2.1.2 Plán odpadového hospodářství České republiky

Klíčovým dokumentem pro směřování odpadového hospodářství, hodnocení současného stavu a stanovení budoucích cílů v ČR je takzvaný Plán odpadového hospodářství (POH). Je určujícím dokumentem pro vypracování plánů odpadového hospodářství krajů, obcí a velkých podniků, které na něj přímo navazují. V souladu s principem udržitelného rozvoje jsou zde stanoveny cíle, zásady a opatření pro nakládání s odpady na území ČR. POH je pravidelně vytvářen na desetileté období. Dne 22. 12. 2014 vláda ČR v [10] schválila aktuální Plán odpadového hospodářství ČR pro období 2015 – 2024 [3].

Povinnost ČR zpracovat plán nakládání s odpady na jejím území (POH ČR) je stanovena v [8] článku č. 28. Ministerstvo životního prostředí dle [1] zpracovalo POH ČR ve spolupráci s příslušnými orgány veřejné správy a veřejností. Do plánů odpadového hospodářství České republiky a krajů lze nahlížet a pořizovat si z nich výpisy či kopie. Celý plán je složen ze čtyř hlavních částí. První částí je část Úvodní, kde je stanovena působnost a platnost POH. Druhou částí je vyhodnocení stávajícího stavu OH ČR neboli takzvaná část Analytická. Třetí částí je pak část Závazná, kde lze nalézt základní principy pro nakládání s odpady, cíle a opatření pro vybrané skupiny odpadů. Poslední částí je část Směrná, kde jsou uvedeny nástroje pro splnění stanovených cílů. Součástí je i soustava indikátorů, na jejichž základě se průběžně vyhodnocuje odpadové hospodářství a plnění cílů závazné části POH ČR. Strategie navržená v POH ČR by měla vést odklonu odpadů ze skládek skrze předcházení odpadů, zvýšení recyklace a materiálového využití odpadů [3].

2.1.3 Plány odpadového hospodářství krajů a obcí

Vzhledem k tomu, že je samospráva v OH ČR vykonávána obcemi, městy a kraji, tak je zároveň POH ČR určujícím dokumentem pro vypracování plánů OH pro zmíněné územní celky. V roce 2016 všechny kraje ve spolupráci s příslušnými orgány veřejné správy zpracovaly nové POH pro daný kraj na desetileté období. Krajské plány odpadového hospodářství se stejně jako národní plán skládají z části analytické, závazné a směrné, s tím že závazné části jsou dále upraveny obecně závaznou vyhláškou. Stejně jako POH ČR i plány odpadového hospodářství krajů obsahují cíle pro nakládání, využívání a předcházení vzniku odpadů [3].

O povinnosti ohlašování, evidence a nakládání s komunálními odpady se v ČR starají především obce. Obce jako původci komunálních odpadů mají zodpovědnost za fyzické nakládání s odpady vzniklými na svém území. V každé obci je vytvořen systém sběru, svozu a dalšího nakládání s odpady zakotvený v obecní vyhlášce. Obec, která produkuje ročně více než 10 t nebezpečného odpadu nebo více než 1000 t ostatního odpadu, zpracovává plán odpadového hospodářství obce pro její spravované území. Plán odpadového hospodářství obce musí být v souladu se závaznou částí plánu odpadového hospodářství kraje a zpracovává se na dobu nejméně 5 let [3].

2.1.4 Statistiky v českém odpadovém hospodářství

Získat data pro následné statistické zpracování lze v České republice z více různých datových sad. Mezi hlavní patří ČSÚ (Český statistický úřad) a MŽP (Ministerstvo životního prostředí). V této práci se s podobnými daty dále pracuje, proto jsou dostupné sady popsány a vysvětleny.

Databáze Informačního systému odpadového hospodářství

Jedním ze základních datových zdrojů českého odpadového hospodářství je souhrnná databáze ISOH (Informační systém odpadového hospodářství) [18]. Shromažďuje potřebné údaje pro strategické řízení odpadového hospodářství, informace o produkci odpadů v ČR a

způsobech nakládání s nimi. Tato databáze je volně dostupná pro širokou veřejnost v její veřejné podobě, kterou představuje databáze (V)ISOH (Veřejný informační systém odpadového hospodářství). Pro MŽP ho spravuje společnost Cenía [17].

Databáze ČSÚ

Druhý hlavním orgánem státní statistické služby pro získávání informací českého odpadového hospodářství je Český Statistický úřad. Provádí sběr a vyhodnocení dat poskytovaných jednotlivými ministerstvy a to včetně dat o odpadech. Mezi jeho činnosti patří i sběr dat týkající se separovaných složek odpadů a celkový komunální odpad produkovaný obcemi. Na základě těchto dat provádí odhad odpadu z provozu domácností atd. Data jsou shromažďována každý rok a dostupná pak v rok následující [19].

Samosprávy krajů, krajské úřady, obce a podniky

Vzhledem ke skutečnosti, že původcem odpadu jsou obce, tak existují evidence dat odpadů na komunální úrovni. K tomu patří i velcí průmysloví producenti odpadu, zpracovatelské závody a svozové firmy. Všichni tyto producenti se řídí nařízeními POH a vedou své vlastní statistiky a databáze, které odesílají na ČSÚ nebo ISOH. Jsou odsud čerpána data pro tuto práci.

2.2 Produkce různých skupin odpadů

Pro správné porozumění termínů používaných v práci souvisejícími s odpadovým hospodářstvím, je nezbytné si tyto pojmy definovat. Všechny vychází z platné legislativy České republiky, konkrétně pak ze zákona o odpadech č.185/2001 Sb. viz [1].

2.2.1 Katalog odpadů

První krok, ke správnému porozumění a orientaci v odpadovém hospodářství, umožňuje takzvaný katalog odpadů. Zpracovává příslušné předpisy Evropské unie a lze ho nalézt v paragrafu 5 a 6 zákona č. 185/2001 Sb. o odpadech [1] a vyhláškou 381/2001 Sb. [5]. Dle katalogu je možné každý příslušný druh odpadu zařadit do své kategorie dle původu. To je umožněno šestimístním číslicovým označením, dle kterého jsou odpady v katalogu zároveň i seřazeny. První dvojčíslí označuje skupinu odpadů. Určuje se podle odvětví, oboru nebo technologického procesu, v němž odpad vzniká. Těchto skupin je celkem dvacet a jsou vypsány v tabulce v příslušné vyhlášce [5]. Druhé dvojčíslí podskupinu odpadů a třetí dvojčíslí druh odpadu. Důležitou informací je, že katalog neumožňuje přímo zjistit složení a vlastnosti odpadu, pouze jeho původ.

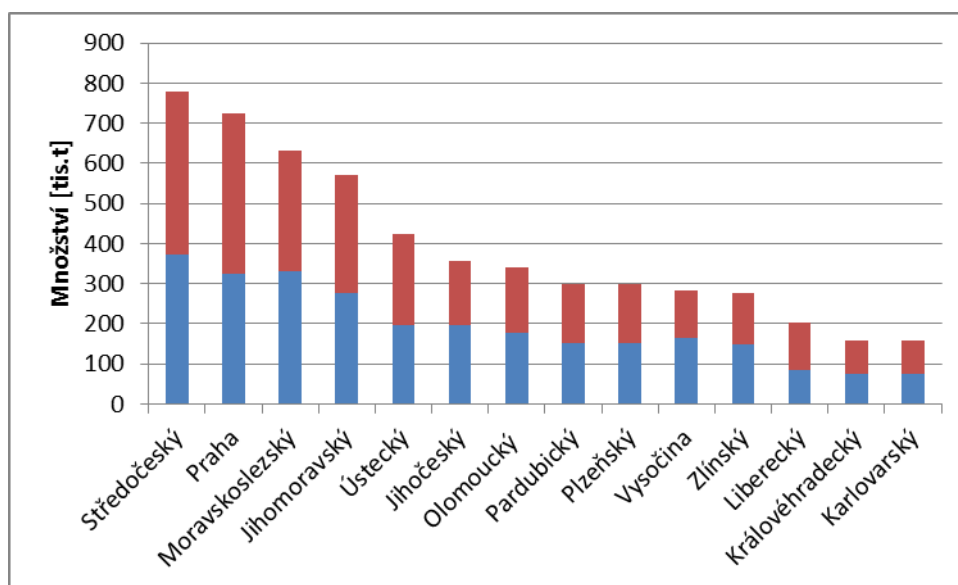
V Tabulce 1 pak lze vidět konkrétní druhy odpadu sledované v této diplomové práci, především separované složky – papír a plast.

Tabulka 1 Sledované druhy odpadu z katalogu odpadů [5].

20 01 01	Papír a lepenka
20 01 02	Sklo
20 01 39	Plasty
20 01 40	Kovy
20 02 01	Biologicky rozložitelný odpad
20 03	Ostatní komunální odpady
20 03 01	Směsný komunální odpad
20 03 07	Objemný odpad

2.2.2 Komunální odpad

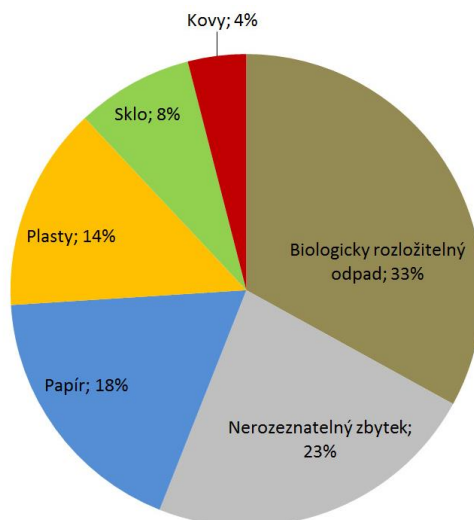
Komunální odpad je v legislativě ČR definován, jako veškerý odpad, který vzniká na území obce při činnosti fyzických osob, a který je uveden jako komunální odpad v Katalogu odpadů s výjimkou odpadů vznikajících u právnických osob nebo fyzických osob oprávněných k podnikání [5]. Vzhledem k tomu, že jeho složení závisí zejména na velikosti spotřeby, druhu výrobků, použitých obalech a dále na ekonomický a sociální situaci, tak se dá shrnout jako nejběžnější druh odpadu, se kterým se může občan běžně setkat. Veškerý odpad, který lze nalézt ve sběrných nádobách (kontejnerech) na komunální odpad se dá považovat jako součást komunálního odpadu. Podmnožinu dále tvoří SKO (směsný komunální odpad), separovaně sbírané složky (papír, plast, sklo, nápojové kartony, textil, domovní odpad a bioodpad), odpad ze zahrad a parků, nebezpečný odpad a objemný odpad. Je možné materiálově nebo energeticky využít velkou část těchto složek po jejím vytrídění. Následně ta část komunálního odpadu, která už dále nelze vytrídít, se nazývá zbytkový komunální odpad. Celkově pouze 17 % veškerého odpadu vyprodukovaného na území ČR představuje komunální odpad. Produkce celkového komunálního odpadu v krajích ČR je znázorněna na Obrázku 3 (červená plus modrá).



Obrázek 3 Celková produkce KO a SKO v krajích ČR [20].

2.2.3 Směsný komunální odpad

Zbytková směs komunálního odpadu, která se dá jen velmi obtížně dále třídit a upravovat se nazývá směsný komunální odpad. Sbírá se do černých nebo šedých nádob na komunální odpad různých velikostí. Mechanickou úpravou SKO se dá dále rozdělit na lehkou frakci (LF), těžkou frakci (TF) a podsítnou frakci (PF). Do LF se dá zařadit většina papíru, nápojové kartony, plasty a textil. V TF má dominantní zastoupení především sklo a v PF převažuje biologicky rozložitelný odpad. Procentuální zastoupení jednotlivých složek viz Obrázek 4. Co se zpracování týče, v současné době je stále velká část ukládána na skládky nebo v lepším případě využita v zařízeních na energetické využití odpadu. Složky obsažené v SKO se však dají ve velké míře separovat (vytrídít na třídící lince nebo přímo u producentů odpadů) a poté recyklovat. V ČR tvoří SKO asi 60 % celkového KO. Rozdíl mezi produkcí KO a SKO je znázorněn na Obrázku 3 (SKO modrá). Modrá složka je směsný komunální odpad. Součet žluté a modré je pak celkový komunální odpad.



Obrázek 4 Složení směsného komunálního odpadu [2].

2.2.4 Domovní odpad

Přestože pojem domovní odpad v legislativě ČR není definován, jedná se o dominantní část komunálního odpadu. Patří sem odpad z domácností a činností spojených s úklidem obytných objektů. Jedná se o veškerý komunální odpad, který vzniká činnostmi fyzických osob na území obce [2].

2.2.5 Separovaně sbírané složky

Jedná se o část komunálního odpadu, která je sbírána do oddělených sběrných nádob. Ve velké míře je lze po menší úpravě znovu využít nebo použít jako druhotnou surovinu. Patří sem zejména papír, sklo, plasty, železné a neželezné kovy, textil, biologický odpad atd. [2].

2.2.6 Nebezpečný odpad, nebezpečné složky KO

Nebezpečný odpad patří do skupiny odpadů, které se získávají odděleným sběrem a jsou označeny v Katalogu odpadů jako nebezpečný odpad. Každý odpad označený jako nebezpečný je umístěn do Seznamu nebezpečných odpadů [5].

2.2.7 Objemný odpad

Jedná se o druh dříve zmíněného domovního odpadu, který má takové rozměry nebo hmotnost, že ho není možné umístit do běžných kontejnerů na komunální odpad. Jedná se například o nábytek, koberce, objemné lepenkové, skleněné, plastové a kovové obaly, velké kusy dřeva atd. Objemný odpad se ukládá buď do sběrných dvorů, nebo do přistavených kontejnerů na něj určených. V legislativě ČR není tento pojem vymezen [2].

2.3 Třídění odpadu v rámci obce

Třídění odpadu patří k jedné ze základních úloh každého občana. Většina odpadu produkovaném v domácnostech lze vytrdit. Nejběžnější je zbavovat se odpadu umístěním separovaných složek do barevných kontejnerů, které jsou opatřeny štítky. Na těchto štítcích se nalézají informace o druhu odpadu, který je možno do daného kontejneru umístit.

2.3.1 Sklo

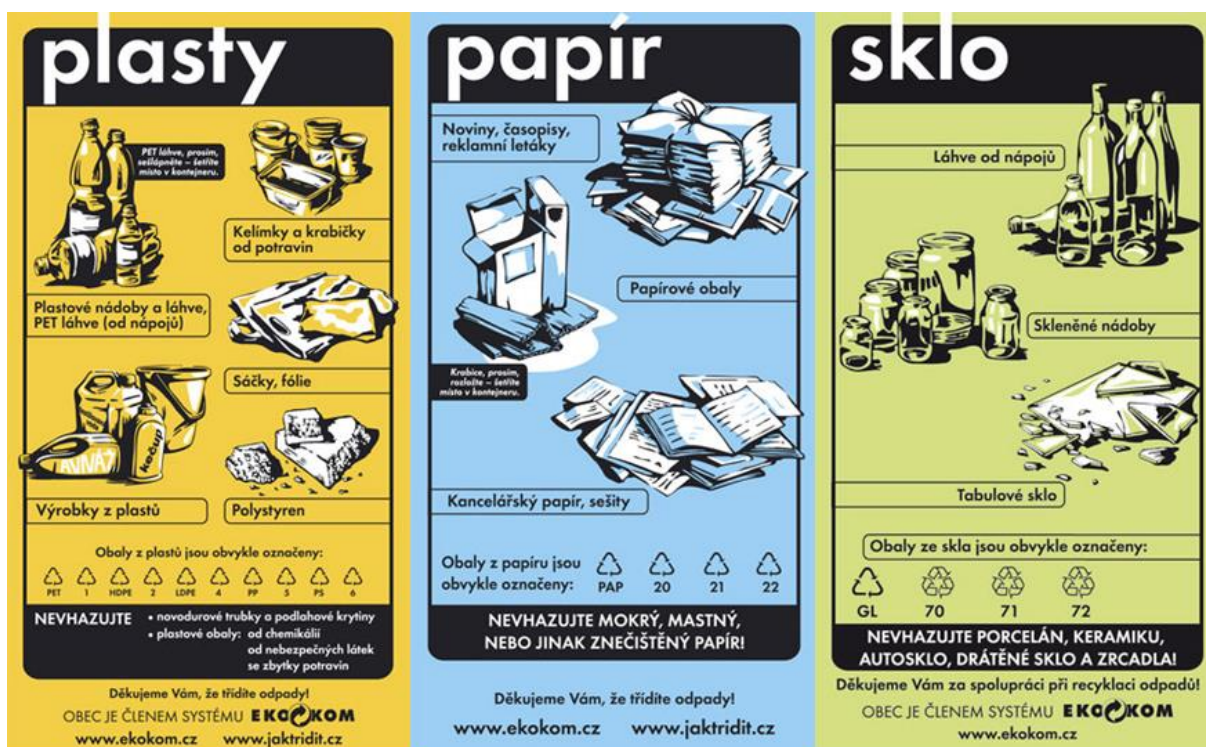
Pro sklo existují dva druhy kontejnerů, zelený a bílý. Barevné sklo se dává do zeleného kontejneru a čiré sklo do bílého. Pokud jsou umístěny v hnízdě oba dva tyto druhy kontejnerů je třeba tyto dva druhy skla rozlišovat. Pokud je k dispozici kontejner pouze jedné barvy, pak se druh skla nerozlišuje. Sklo obecně má největší hustotu z odděleně sbíraných skupin, proto se poté i efektivně sváží. Složení takového odpadu je přímo závislé na informacích uvedených na štítku, viz Obrázek 5.

2.3.2 Plast

Plasty se běžně vhazují do žlutého kontejneru. Vzhledem k tomu, že odpadní plasty mají malou sypnou hustotu i naplněné kontejnery obsahují velké množství vzduchu, je proto vhodné je před umístěním do kontejneru sešlápnout. Jejich vývoz je pak o to komplikovanější, protože většinu odpadu tvoří pouze vzduch. Skladbu odpadu znázorňuje Obrázek 5, jedná se především o obalové materiály.

2.3.3 Papír

Papír se ukládá běžně do modrého kontejneru. Dle [11] je papíru vytríděno nejvíce ze všech separovaných složek. Mimo modré kontejnery se papír vykupuje i ve sběrných surovinách za určitou finanční částku. Viz Obrázek 5.



Obrázek 5 Štítky na kontejnerech pro separovaně sbírané složky komunálního odpadu [21]

2.3.4 Nápojové kartony

Nápojové kartony a jejich třídění je složitější problematika. V některých obcích je k dispozici oranžový kontejner, který je na ně přímo určený. Avšak ty nejsou k dispozici vždy a všude. V rámci ČR funguje systém, který se liší podle aktuální lokality - obce. V některých obcích se nápojové kartony vyhazují společně s plasty nebo společně s papírem, v jiných jsou zřízeny samostatné kontejnery, viz Obrázek 6.



Obrázek 6 Nápojové kartony [21].

2.3.5 Ostatní odděleně sbírané odpady

Mimo výše zmíněné druhy odpadu se separuje v menší míře i celá řada dalších skupin odpadů.

Bioodpad

Bioodpad je biologicky rozložitelný odpad, který vzniká například při údržbě zahrad nebo jako zbytky jídla. Na jeho sběr se používají hnědé kontejnery. Sběr může být zajištěn i ve sběrných dvorech nebo v mobilních kompostérech [21]

Kovy

Kovy jsou velmi ceněnou částí odpadu. Lze je totiž jednoduše materiálově využít. Sběr kovů lze provádět mnoha formami. Jednou z nich jsou speciálně určené kontejnery na kov. Daleko častěji však probíhá výkop kovů ve sběrných surovinách [21].

Elektrozařízení a baterie

Elektrozařízení se nejčastěji umísťují do sběrného dvora. Další možností je taková zařízení zavést do místa zpětného odběru, který zajišťují specializované firmy. Poslední možností jsou pak kontejnery na elektroodpad, které však jsou spíše vzácné [21].

Textil

Textil se umísťuje do kontejnerů na textil. Tento textil je pak dále používán k charitativním účelům nebo do second handů. Pokud ani tento účel nesplní, jsou dále exportovány nebo energeticky využity [21].

2.3.6 Typy nádob na komunální odpad

V Českém OH se využívá celá řada nádob na komunální odpad. Dělí se dle komodity a následně i dle objemu, který dokáží pojmout.

- 0,12 m³
- 0,24 m³
- 1,1 m³
- 3 m³
- 4 m³
- 5 m³
- 10 m³
- 20 m³

V této práci je věnována pozornost hlavně nádobám na 120, 240 a 1100 l. Menší nádoby se běžně umísťují do lokalit, kde je buď nedostatek prostoru, nebo např. do historického centra nebo do menších podniků a do zástav rodinných domů. Velké nádoby o objemu 1100 l lze nalézt především v sídlištních zástavbách a na místech, kde se předpokládá vysoká koncentrace obyvatel, viz Obrázek 7.



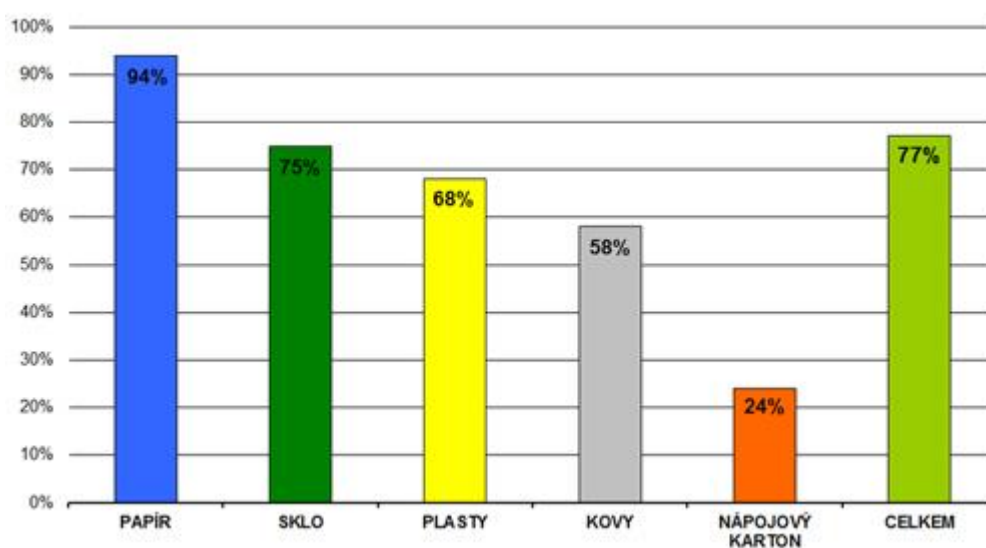
Obrázek 7 Typy nádob na komunální odpad, 240 l (vlevo) a 1100 l (vpravo) [22].

V poslední době se objevuje snaha v souvislosti se Smart Cities vytvářet tzv. chytré kontejnery na tříděný odpad. Ty se vyznačují tím, že mohou obsahovat senzory a nálepky, s jejichž pomocí mohou občané sledovat, které kontejnery jsou zaplněné a které nikoli. Existují dvě hlavní technologie. První tvoří aktivní ultrazvukové senzory, jež jsou připevněny k víku kontejneru. Měří pak automaticky zaplnění a následně data zasílají přes GSM modul do centrální cloudové aplikace. Druhou alternativní technologii tvoří nálepky s NFC čipem a QR kódem pro identifikaci daného kontejneru. Zde je nutné data sejmout ručně pomocí mobilního telefonu s příslušnou aplikací. V této aplikaci se zapíše jak je kontejner zaplněný a v jakém je stavu. Všechny tyto informace přístupné pro občany je pak možné sledovat na veřejném webu města. Výhodou těchto technologií je aktivní informovanost o tom, které kontejnery jsou plné a které ne. Toho můžou využít i svozové firmy, které na základě těchto informací, můžou upravit svozové trasy a tím zefektivnit celý sběr tříděného odpadu [25].

Existuje i komplexnější řešení, mezi které patří např. odpadkové koše Bigbelly, které dokáží do centrály hlásit, že je potřeba je vyvést. Díky těmto technologiím a zkušenostem z Barcelony [24] se dají vyčíslit ušetřené výdaje na odpad až o 40-50% na svoz. V řadě obcí se pro sběr tříděných odpadů v domácnostech využívá také pytlový sběr a celý systém doplňují sběrné dvory [24].

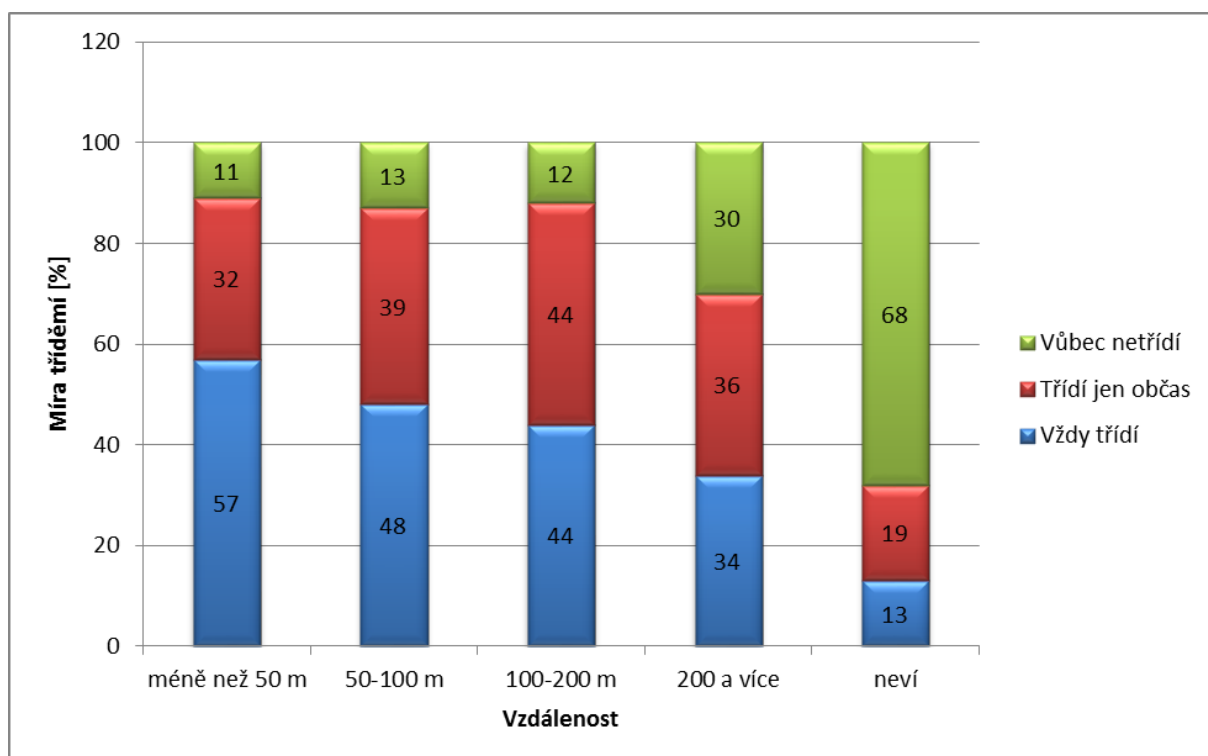
2.3.7 Třídění odpadu v České republice

V České republice existuje jedna z nejkvalitnějších sběrných sítí v Evropě. Tuto skutečnost udává společnost EKO-KOM [25], který zaštiťuje až 20000 firem a 6100 obcí na území ČR. Celou situaci potvrzuje i studie z Centra ekonomických a tržních analýz, která říká, že v rámci Evropské unie je ČR v rámci třídění odpadu na 5. místě. V současné době je pokryto území ČR až 307 tisíci nádobami na tříděný odpad a to dává možnost třídit až 99% občanů, avšak dle dat Eurostatu [11] pouze 72% z tohoto počtu odpad skutečně třídí. Z tohoto počtu nádob bylo 70 tisíc nádob s obsahem 240 l, které dominovaly zejména v zástavbách rodinných domů. Dle dat Eurostatu každý občan ČR vytrídí ročně 44,8 kg papíru, skla, plastu a nápojových kartonů. Z tohoto množství je pak dle Obrázku 8 podíl následně recyklován. Toto tvrzení (Obrázek 8) uvádí společnost EKO-KOM, realita je však ta, že udaná čísla platí až po následném dotřídění na dotřídovací lince. Skutečné množství recyklace separovaně sbíraných složek odpadu je tedy podstatně nižší [25].



Obrázek 8 Recyklované množství [%] z vytríděných složek [25].

Dalším neméně důležitým parametrem je i průměrná vzdálenost k nejbližšímu kontejneru na separovaný odpad. Ta se každým rokem postupně zkracuje. V roce 2016 se tato vzdálenost činila pouhých 96 metrů [25]. Průzkum, který byl prováděn agenturou Factum Invenio [26] odhalil, že existuje souvislost mezi mírou třídění odpadů a vzdáleností, kterou musejí lidé překonat cestou ke kontejneru na separovaný odpad. Podle daného průzkumu, který byl prováděn v roce 2005, vyšlo, že 43 % obyvatel třídí ve své domácnosti pravidelně, 36 % odpady třídí nepravidelně a 21 % je dokonce netřídí vůbec. Na Obrázku 9 je znázorněna závislost mezi vzdáleností hnízd kontejnerů na separovaný odpad a množstvím lidí, kteří třídí odpad. Průzkum už sice není zcela aktuální z hlediska jednotlivých procent, ale hlavní myšlenka zůstává stejná a tou je důležitost minimální vzdálenosti pro maximální míru vytrídění.



Obrázek 9 Míra třídění odpadu v závislosti na docházkové vzdálenosti. Data z [26].

2.4 Nakládání s odpady

Pod pojmem nakládání s odpady si lze představit veškeré činnosti s odpadem související. Patří zde jeho svoz, přeprava, následné úpravy až po konečné využití. To může mít několik podob. Z odpadu může vzniknout surovina pro výrobu energie, případně úplně jiný výrobek. Další možností je pak odstranění odpadu, což znamená jeho uložení na skládku nebo spálení bez využití energie.

V roce 2008 v rámci směrnice EU od odpadech [8] byla závazně definována takzvaná hierarchie nakládání s odpady, viz Obrázek 10. Hierarchie jasně ukládá povinnost nakládat s odpady dle preferovaného a zodpovědného postupu a to pro všechny členské státy EU. Tyto postupy jsou přehledně uspořádány do soustavy, která jasně říká, který postup je nejvýhodnější. Z toho vyplývá největší snaha o šetření surovin a následný pozitivní dopad na životní prostředí a s tím související zdraví občanů.



Obrázek 10 Hierarchie nakládání s odpady [8].

Nejpreferovanějším bodem hierarchie je snaha o to, aby odpad vůbec vznikl, tedy předcházení vzniku odpadů. Což znamená, aby se zavedla taková opatření, aby se látka, materiál nebo výrobek vůbec odpadem nestal. Ve výsledku to znamená chovat se tak, aby došlo k co největší úspoře zdrojů. To může být docíleno například prodloužením životnosti daného výrobku nebo použitím šetrnějších a úspornějších výrobních procesů. V komunální sféře se to nejčastěji týká zabránění vzniku obalů [2].

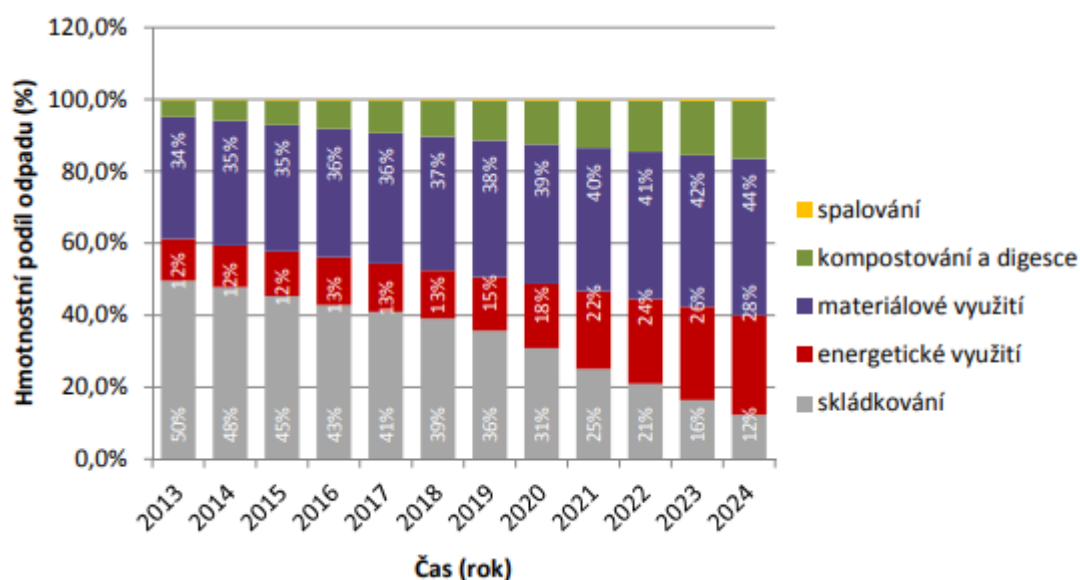
Pokud už však odpad z daného výrobku vznikne, měla by být co největší snaha výrobek znovu využít. Opětovným použitím se rozumí jakýkoliv postup, kdy se celý výrobek nebo jeho část použijí znovu bez větších úprav ke stejnému účelu, pro jaký byly vyrobeny (např. pивní lahve) [2].

Znovuvyužití však nelze aplikovat na všechny výrobky. Některé jsou tak poškozené nebo zničené, že jediný způsob dle hierarchie je tyto výrobky využít materiálově, tedy je recyklovat. Jedná se o opětovné využití daného odpadu a jeho vlastností jako druhotné suroviny. Tím je odpad znovu zpracován na výrobky, materiály nebo látky jak pro původní účely, tak i pro účely jiné. Například kovové části jsou využity jako surovina na jiné výrobky nebo se z lepenkových krabic stanou noviny [2].

Pokud není materiálové využití možné, následuje možnost energetického využití v moderních zařízeních na energetické využití odpad. Celkově se jiným využitím myslí jakákoliv činnost, jejímž hlavním výsledkem je užitnost odpadu k takovému účelu, kde nahradí jiné materiály, které by byly jinak využity místo něj. Použití SKO k energetickému využití je i ekonomicky prospěšná činnost, z toho důvodu, že jeho výhřevnost dosahuje asi 8 až 11 MJ/kg a tvoří dominantní část celkového KO. Výstupem této činnosti je pak energie v podobě elektřiny a tepla a další materiálové výstupy jako škvára a zbytky kovů.

Pod pojmem odstranění se skrývají činnosti jako ukládání odpadu na skládku, tedy skládkování nebo prosté spálení bez využití energie. K tomuto kroku se přistupuje pouze tehdy, pokud není možné použít předchozí více preferované postupy. Je to tedy nejméně žádaný způsob nakládání s odpady a celá EU i další vyspělé státy od něj postupem času odstupují. Používá se pouze tehdy, pokud vlastnosti odpadu nebo omezené zpracovatelské kapacity zamezují jeho předchozí využití [2].

ČR se řadí spíše k méně vyspělým státům EU v oblasti nakládání s odpady. Do nedávna bylo skládkování stále ještě nejčastějším způsobem nakládání s KO. Do budoucna je však snaha se od skládkování co nejvíce odklonit k preferovanějším přístupům jako je kompostování, recyklace a energetické využití. Takovou prognózu publikovalo i Ministerstvo životního prostředí v aktuální POH, viz Obrázek 11. To předpokládá, že v roce 2024 bude skládkování představovat pouze 12% nakládání s KO, oproti dnešním asi 40%. Naopak se bude stále zvyšovat podíl preferovanějších postupů [3].

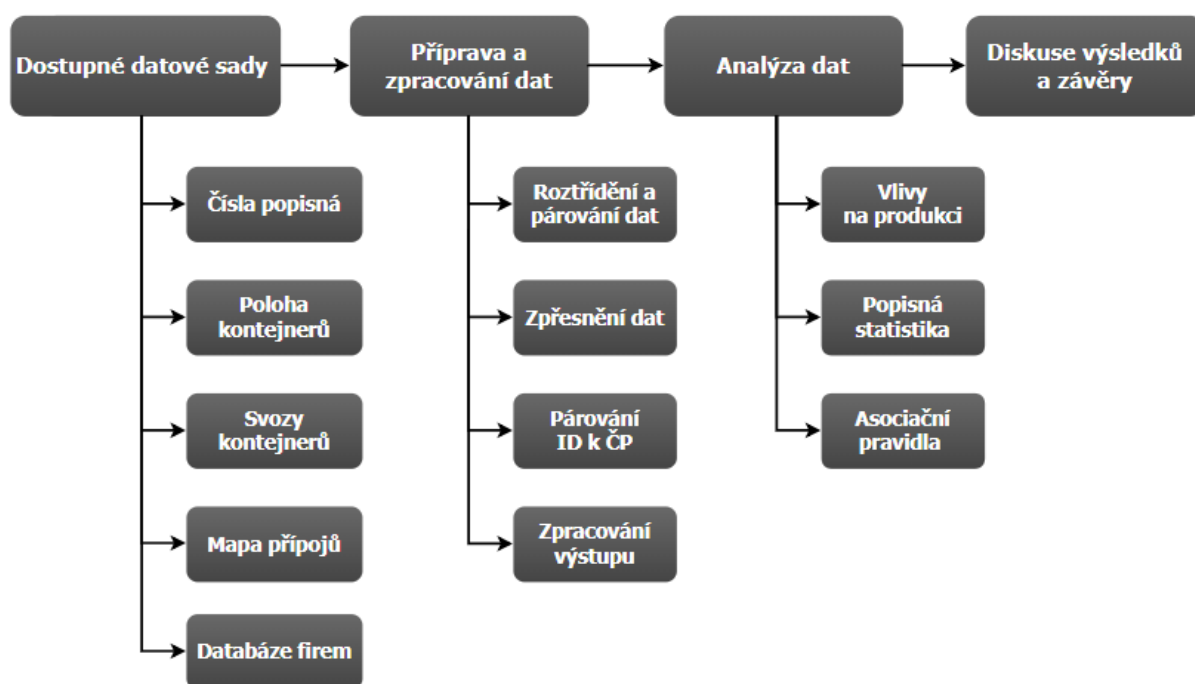


Obrázek 11 Prognóza nakládání s KO v ČR v letech 2013 – 2024 [3].

3. POSOUZENÍ PRODUKCE KO V JIHLAVĚ

V této části práce je popsána tvorba možných způsobů hodnocení produkce odpadu v Jihlavě s využitím sociálně-ekonomických faktorů. Metodika řešení byla uzpůsobena tak, aby byla využita dostupná data o poloze kontejnerů, produkcích KO a údaje o městě Jihlava.

Nejprve je třeba definovat celou úlohu. V tomto případě se jedná o zpracování dat o produkci separovaného komunálního odpadu na území obce Jihlava. Ta je zpracovávána z důvodu toho, že z ní jsou dostupná podrobná data. Cílem tedy bude identifikovat, které sociálně-ekonomické faktory mají na produkci separovaného odpadu vliv a jak je tento vliv významný. V nadcházející podkapitole 3.2 jsou pak popsána dostupná vstupní data, které do celé práce vstupují. Nejdůležitější z nich je databáze čísel popisných, veškeré svozy separovaného odpadu v Jihlavě v roce 2015 a poloha všech kontejnerů v Jihlavě. Všechna tato data jsou nezbytná k dalšímu zpracování, což je zjištění počtu obyvatel vztahující se na kontejner. Toho je dosaženo tříděním, párováním a dalšími úpravami dat. Až je znám počet obyvatel na daný kontejner a zároveň jeho roční produkce, lze pak tuto produkci rozpočítat na jednotlivá čísla popisná, která do daného kontejneru přispívají. Z tohoto se pak odhadne i množství produkce odpadu jednotlivého obyvatele za rok. S touto znalostí lze následně přistoupit k další části práce, což je analýza dat. V této části práce jsou řešeny různé vlivy na tuto produkci a zároveň i jejich velikost. Použity jsou pro vyhodnocení různé způsoby, jako je popisná statistika nebo asociační pravidla. Celý postup řešení je tak možné aplikovat i na další podobné úlohy v závislosti na dostupnosti datových údajů. Celé schéma zpracování této části práce je znázorněno, viz **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..**

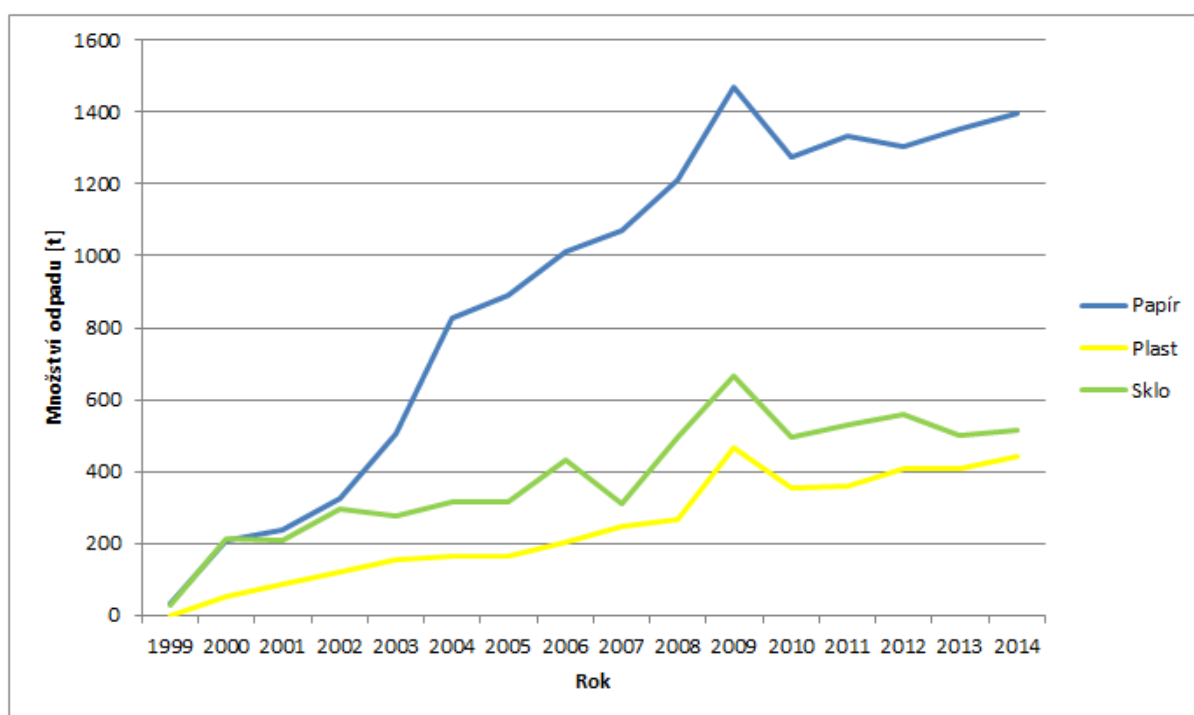


Obrázek 12 Schéma řešení dané problematiky.

3.1 Obec Jihlava

Jihlava je krajské město kraje Vysočina, nacházející se na česko-moravské zemské hranici. Od roku 2 000 je střediskem kraje Vysočina. Žije zde přibližně 51 tisíc obyvatel a člení se na 13 městských částí. Z hlediska odpadového hospodářství se Jihlava řadí na jednu z předních příček v rámci České republiky. To dokazuje i vítězství v 13. ročníku soutěže Křišťálová popelnice (za rok 2016). Toto ocenění dostává pouze jedno město v ČR s neefektivnějším tříděním a nakládáním s odpady [27]

Co se týče produkce odpadu, tak množství separovaně sbíraných složek KO meziročně stále stoupá. Což dokazuje i Obrázek 13. Výkyv nastal v roce 2008 a 2009 v době krize, kdy klesla poptávka po využitelném odpadu a za předání k dalšímu využití musela obec platit. Městské kontejnery se v tomto období plnily odpady z přilehlých firem. Po odeznění krize se množství odpadu stabilizovalo a vykazuje mírný růst až do roku 2014 [27].



Obrázek 13 Množství vytríděných separovaných složek KO v Jihlavě, zpracováno z [27].

Převažujícím způsobem sběru je v případě plastů a skla nádobový sběr (plasty 95%), sklo (96%). Ten převažuje i u papíru, ale podíl množství papíru sebraného nádobovým způsobem sběru je nižší (68%). Kovy jsou sbírány výhradně prostřednictvím sběrných dvorů a výkupu. Výkupny odpadů jsou z pohledu města nestabilním prvkem systému nakládání s odpady. Papír a plasty jsou sbírány prostřednictvím nádob s horním výsypem o objemu 240 l, 1100 l a 3000 l (2 podzemní kontejnery) a 4000 l (1 podzemní kontejner) umístěných na veřejně dostupných místech, dále pak prostřednictvím sběrných dvorů a výkupu. Sklo je ve statutárním městě Jihlava sbíráno do oddělených kontejnerů na čiré a směsné sklo. Město Jihlava preferuje oddělený sběr skla. Směsné a bílé sklo je sbíráno dohromady pouze tam, kde nejsou vytvořeny dostatečné prostorové podmínky nebo tam, kde by bylo neefektivní obě složky vyvázet odděleně. Hnízd pouze se směsným sklem je 13% z celkového počtu [27].

Svoz komunálního odpadu na území města zajišťuje na základě smlouvy oprávněná osoba podle svozového plánu. Většinu sváží Služby města Jihlavy [29] a to jednou za jeden až dva týdny. Specifická situace je v městské památkové rezervaci, kde nádoby o objemu 120 l a

240 l jsou sváženy jinou firmou. Obyvatelé mají navíc možnost celoročně a zdarma odevzdávat objemný, nebezpečný nebo biologicky rozložitelný odpad a kovy ve třech sběrných dvorech. Novinkou v roce 2016 je pak i svoz biologicky rozložitelného odpadu, díky kterému se snížila produkce směsného komunálního odpadu o 21 kg za rok 2017 [27].

Město Jihlava si zároveň vede podrobné statistiky o všech kontejnerech. Součástí internetových stránek jsou i veškerá dostupná místa na stání na separovaný odpad v interaktivní podobě. Technické služby při svozu odpadu dále monitorují naplněnost daného kontejneru. Při tom se rozlišuje i daný typ zástavby. Všechny tyto informace jsou pak volně k dispozici v Plánu odpadového hospodářství obce [27]. Pro srovnání je v Tabulce 2 zobrazeno rozdělení Jihlavy na jednotlivé zástavby a související naplnění kontejnerů.

Tabulka 2 Rozdělení Jihlavy dle zástavby a naplněnost kontejnerů [27].

Naplněnost 03/2016	200%	150%	125%	100%	75%	50%	25%	5%	0%
Sídlištní	0	0	1	44	32	93	230	0	58
Smíšená	0	1	2	56	22	48	63	0	21
Venkovská	0	2	0	119	38	52	91	0	36
Naplněnost 04/2016	200%	150%	125%	100%	75%	50%	25%	5%	0%
Sídlištní	0	0	1	117	50	118	98	1	9
Smíšená	0	2	2	99	36	31	15	0	2
Venkovská	0	3	4	202	36	26	18	0	1
Naplněnost 05/2016	200%	150%	125%	100%	75%	50%	25%	5%	0%
Sídlištní	1	0	1	51	56	99	74	0	20
Smíšená	0	0	0	59	37	49	22	0	6
Venkovská	2	3	6	141	50	30	9	0	4

V Jihlavě je hlavním výrobcem a dodavatelem tepla firma Jihlavské kotelny [28]. Počet bytů napojených na dané vytápění je 8800. Neexistuje zde centrální zdroj, pouze domovní a blokové kotelny. Jako palivo se používá zemní plyn. Další části jsou vytápěny pouze lokálně.

3.2 Dostupné datové sady

Data o poloze a naplnění kontejnerů byla poskytnuta z různých zdrojů na pracovišti vedoucího práce [16]. Využity jsou i údaje z neveřejných zdrojů, jako je například mapa vytápění. Při zpracování úlohy se bude z těchto dat vycházet a budou sloužit jako podklady k nastavení parametrů analýz.

3.2.1 Databáze čísel popisných v Jihlavě

Jedním z hlavních datových zdrojů pro tuto diplomovou práci je soubor ve formátu MS (Microsoft) Excel, ve kterém se nachází všechny domy, tedy všechna čísla popisná na území obce Jihlava. U každého čísla popisného je uvedeno číslo domu, ulice, na které se dům nachází, průměrný počet obyvatel, který na tomto ČP (číslo popisné) žije a jako nejdůležitější GPS (globální poziční systém) souřadnice tohoto místa. Ta je zadána v zeměpisné šířce a výšce s přesností na 7 desetinných míst, což poté na mapě představuje jednotky metrů. V tomto souboru je obsaženo celkem 6803 čísel popisných. Pro jednodušší orientaci budou tato databáze dále nazývána „data_ČP“. Databáze byla vytvořena pomocí aplikace Mapy API v4.13 [30] a pro tuto práci byla sestavena vedoucím práce. Aplikace k vytvoření databáze je veřejně přístupná.

Celkově soubor data_ČP obsahuje tyto hlavní informace:

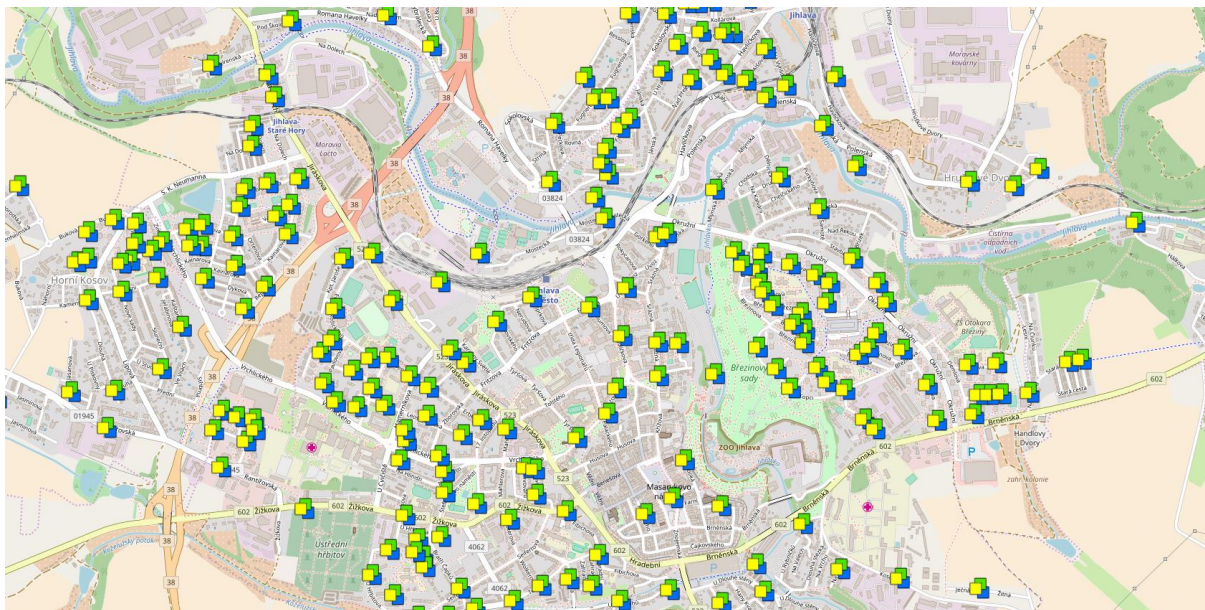
- ID každého domu
- Adresa (Ulice, ČP)
- Název části obce
- Počet obyvatel žijících v daném domě
- Zeměpisnou šířku a délku v GPS souřadnicích každého domu

3.2.2 Databáze kontejnerů na separované složky v Jihlavě

Druhým výchozím dokumentem pro další zpracování je soubor všech hnízd nádob na separovaný odpad ve městě Jihlava. Soubor je možné rozdělit dle komodit na papír, plast, bílé a barevné sklo, bioodpad a elektrozařízení. U každé nádoby je navíc uvedeno její umístění pomocí GPS souřadnic stejně jako u čísel popisných. Mezi další informace obsažené v souboru patří mimo jiné objem každé nádoby a její ID (identifikační číslo). Toto identifikační číslo je pro každou nádobu jedinečné a to i pro rozdělení dle komodity. Je složeno celkem z 9 číslic. Nádob na separovaný odpad lze nalézt v obci Jihlava dle dostupných dat přesně 1735. Z toho 262 tvoří bioodpad, 295 barevné sklo, 245 bílé sklo, 29 elektrozařízení, 413 papír a 490 plasty. V souboru je u většiny kontejnerů uvedeno i číslo hnízda, ve kterém se nachází. Přibližné rozložení hnízd na mapě Jihlavy je zobrazena na **Chyba! Nenalezen zdroj odkazů..** Pro tuto práci byla data poskytnuta z pracoviště vedoucího práce, kterému ji poskytly od Technické služby města Jihlava [29], [27]. Pro lepší orientaci bude soubor těchto dat dále nazýván nad_sep.

Celkově soubor nad_sep obsahuje tyto hlavní informace:

- Komoditu daného kontejneru
- Objem daného kontejneru
- Kód nádoby (ID kontejneru)
- Kód hnízda
- Zeměpisnou šířku a délku v GPS souřadnicích každého kontejneru



Obrázek 14 Umístění hnízda na separovaný odpad [27].

3.2.3 Databáze svozů odpadu

Třetím, ale neméně důležitým, je pak soubor, lépe řečeno soubory svozu odpadu za roky 2015 a 2016. Souborů je celkem 7 a jsou rozděleny pro jednotlivá čtvrtletí obou zmíněných roků. Bohužel chybí informace o posledním čtvrtletí roku 2016. V datech jsou obsaženy informace o každém svozu odpadu, který byl v daném čtvrtletí proveden. Celkem se za rok 2015 jedná až o 50587 záznamů. Je zde uvedeno v každém svozu přesně datum, dále naplněnost každé nádoby a její očekávaný objem. Ten byl pak upřesněn řidičem popelářského vozu na skutečný objem, následně byla tato data přepočítána na hmotnost sesbíraného odpadu. Důležitou součástí je i identifikační číslo nádoby a druh odpadu v dané nádobě. Tuto databázi si zaznamenávají technické služby města Jihlava [29]. Není veřejně přístupná, ale byla poskytnuta vedoucímu práce. Bohužel soubor není zcela kompatibilní se souborem nad_sep, proto je i tato kompatibilita v práci dále nutná řešit. Databáze neobsahuje lokalizaci (GPS souřadnice) nádob. Vzhledem k tomu, že data pro rok 2016 jsou nekompletní, budou zpracována data kompletní, tedy data pro rok 2015. Pro lepší orientaci bude soubor těchto dat dále nazýván svoz_2015.

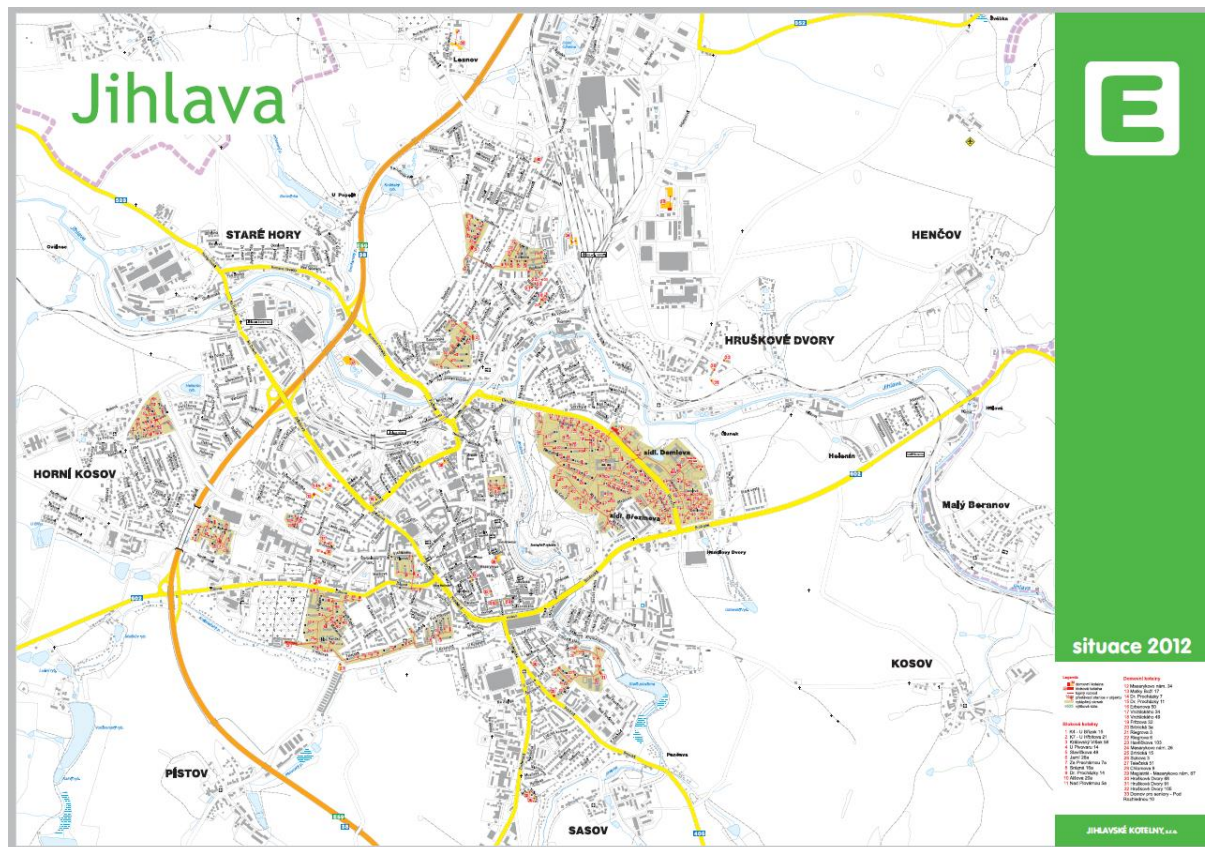
Celkově soubor obsahuje tyto hlavní informace:

- Komoditu daného kontejneru
- Hmotnost daného kontejneru
- Kód nádoby (ID kontejneru)
- Kód hnízda

3.2.4 Mapa přípojů centrálního zásobování teplem v obci Jihlava

Při vyhledávání na internetu bylo zjištěno, že největším poskytovatelem tepla v obci Jihlava je firma s názvem Jihlavské kotelny. Tato firma byla kontaktována s žádostí o vydání mapy vytápění, poněvadž na dostupných stránkách byla dostupná pouze v nízké kvalitě [28]. Společnost zareagovala na oslovení a této žádosti vyhověla. Mapa ve vysoké kvalitě je přílohou této práce, viz Příloha 5. Podle dostupných dat jsou v Jihlavě vytápěny pouze oblasti, které tvoří sídliště s panelovými domy. Zbýlé části si s velkou pravděpodobností zajišťují vytápění samy a to nejspíše pomocí plynových kotlů poblíž centra města a kotlů na uhlí při-

padně dřevo v odlehlejších částech. Mapa je znázorněna v původní kvalitě viz **Chyba! Nena-
lezen zdroj odkazů..** Mapa znázorňuje oblasti, které jsou připojené k centrálnímu zásobování
teplem. Mapa je sice z roku 2012, ale odpovídá i současné situaci, protože novější data nebyly
nalezeny. Červené tečky zastupují připojené domy, tedy čísla popisná a žluté oblasti předsta-
vují části města, které jsou centrálně vytápěné.



Obrázek 15 Mapa vytápění Jihlava [28].

3.2.5 Databáze firem

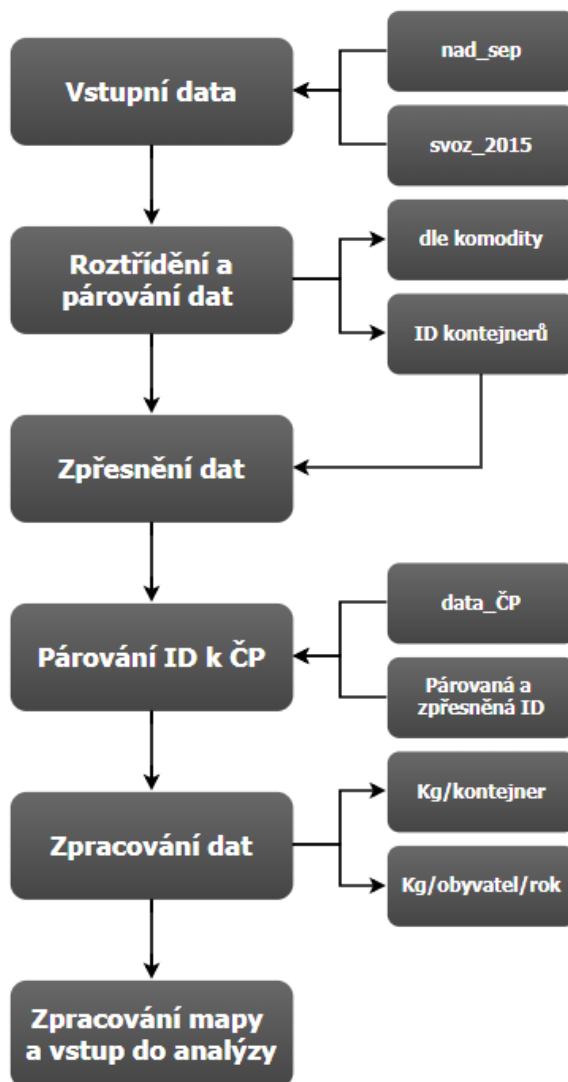
V této datové sadě jsou uvedeny údaje o firmách působících v jednotlivých obcích na území České republiky. Databázi disponuje Ústav procesního inženýrství jako pracoviště vedoucího práce [16]. Tato databáze byla rovněž předmětem zpracování předchozí bakalářské práce [31].

V této databázi najdeme celkem 292 891 záznamů, které popisují následující hlavní údaje:

- Počet zaměstnanců
- Ulice
- Obec
- Okres
- Kraj
- Obor

3.3 Příprava a zpracování dat

Postup řešení této části práce tedy přípravy a zpracování dat je postupně rozepsán v následujících podkapitolách. Výstupem je, jak již bylo předestřeno v kapitole 3, zjistit přesný počet obyvatel připadajících na jednotlivý kontejner a související množství odpadu z každého ČP za rok. Pro lepší orientaci v celém postupu bylo vytvořeno schéma řešení, viz Obrázek 16, které popisuje postup jednotlivými kroky a které podrobně popisuje text níže. V prvním kroku se přistoupilo k párování na první pohled nekompatibilních datových souborů nad_sep a svoz_2015 podle ID kontejnerů. Po této činnosti bylo ještě nutné tato data roztřídit podle komodity na papír a plast. Tím vznikly 2 oddělené soubory dat pro každou komoditu. Data však nebyla úplná a mnoho ID kontejnerů nebylo nalezeno. Proto párování proběhlo znovu tak, že byla v tomto případě hledána totožná hnízda kontejnerů v obou souborech. Po této činnosti již byla data zpřesněna v maximální míře. Tato zpřesněná data společně se souborem data_ČP společně vstupovala do vytvořeného VBA makra, kde se ke každému ČP přiřadilo ID nejbližšího kontejneru. Tento výstup se dále zpracoval na požadovanou podobu, tedy každé ČP mělo ve výsledku přiřazeno svůj kontejner, do kterého přispívá a také produkcí tohoto odpadu za rok 2015. Posledním krokem byla práce s mapou. Byl zde identifikován druh zástavby a s tím související systém vytápění, jakožto i další hledané faktory.



Obrázek 16 Schéma postupu řešení.

3.3.1 Roztřídění a párování dat

Prvním krokem při zpracování dat bylo roztřídit data popisující papír a plast. V souboru *svoz_2015* se všechna dostupná data o svozech z roku 2015 nakopírovala pod sebe do jedné tabulky. Přebytečné sloupce s nedůležitými informacemi pro další zpracování byly odstraněny. Byl řešen pouze rok 2015, protože v datech z roku 2016 chybělo poslední čtvrtletí zmíněného roku. Po přezkoumání dat a následném zjištění, že některé kontejnery se vyváží pouze čtvrtletně, bylo rozhodnuto, že tato nekompletní data nebudou dále zpracována a to z důvodu toho, že by nebylo možné zahrnout některé kontejnery. Ze zdrojových dat z roku 2015 se vytvořila kontingenční tabulka. V té řádce představovaly jednotlivé kontejnery, v prvním sloupci byla identifikační čísla kontejnerů a v druhém sloupci byly pak samotné hodnoty hmotnosti odpadu na daný kontejner za celý rok. Data se následně vyfiltrovala podle komodity – plast a papír a byla dále převedena do samostatných souborů a dále zpracovávána odděleně. Tím byly vytvořeny dva soubory hodnot, u kterých byla vždy rozdílná komodita papír a plast, všechny kontejnery a jím odpovídající produkce v daném roce 2015.

Druhým krokem pak bylo zpracování souboru *nad_sep*. I zde bylo nezbytné respektovat rozdělení dle komodity. Opět byly vytvořeny dva soubory dat, které se lišili komoditou tříděné složky. Přebytečné sloupce byly pro zpřehlednění odstraněny. Tento krok byl nezbytný pro další zpracování dat. Některá ID kontejnerů byla uvedena vícenásobně, takže bylo ještě nutné je přes kontingenční tabulku vyfiltrovat, aby bylo každé ID obsaženo pouze jednou.

Jako jedna z vhodných možností pro spojení těchto dvou souborů se zdály identifikační čísla kontejnerů. Spárování těchto dvou souborů bylo nutné pro určení produkce odpadu každé složky vztahované na daný kontejner. V této fázi se objevily nejistoty ve vstupních datech, a to takové, že v souboru *nad_sep* některé kontejnery neměly přiřazené identifikační číslo. U některých bylo označení pouze „0“, což byla první překážka při jejich párování k identifikačním číslům v souboru *svoz_2015*, kde naopak všechna ID k dispozici byla. ID se tedy v dalším kroku srovnávala přes funkci *SVYHLEDAT* a to tak že se ID všech kontejnerů z obou souborů nakopírovala vedle sebe. Zde došlo k omezení programem MS Excel, kdy ID kontejnerů z obou souborů měla rozdílný styl a tím pádem tato funkce vykazovala u některých ID chybné výsledky. To bylo vyřešeno smazáním veškerých stylů přes poznámkový blok. Funkce hledání byla taková, že se vyhledávala ID ze souboru *nad_sep* v souboru *svoz_2015*. Pokud bylo ID nalezeno, vypsalo se jako „1“, pokud nikoliv tak jako „Není k dispozici“. Tím bylo zjištěno, která ID jsou společná pro oba soubory a která nikoliv. Celkové výsledky tohoto postupu, tedy počty využitelných a nevyužitelných údajů jsou uvedeny v tabulce 3. Z té jasně vyplývá, že celkově nebylo spárováno až 27 % kontejnerů pro papír a zhruba 32 % kontejnerů pro plast. Vzhledem k tomu, že tato čísla jsou poměrně vysoká, muselo se přistoupit k další části, čímž je zpřesnění dat.

Tabulka 3 Počty kompatibilních kontejnerů.

Komodita	ID nad_sep	ID svoz_2015	Párované	Nepárované
Papír	413	366	301	112
Plast	490	410	336	164

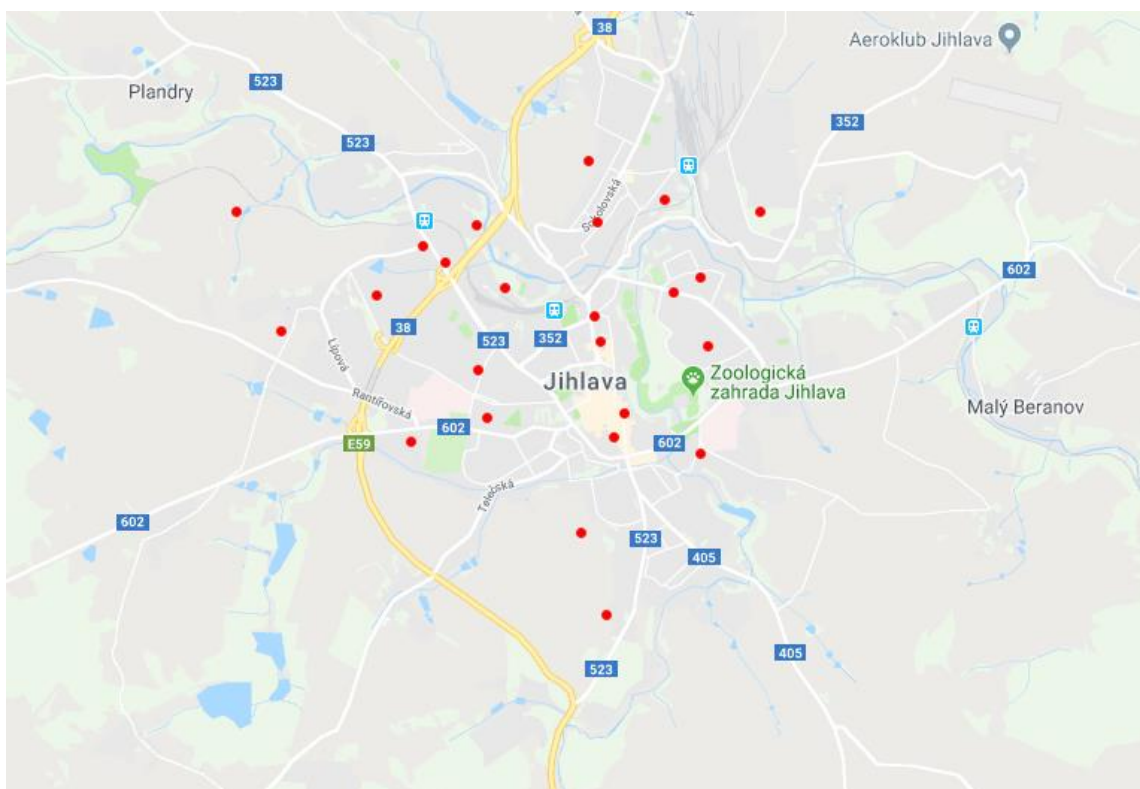
3.3.2 Zpřesnění dat

Vzhledem k tomu, že chybělo přibližně 30 % dat ke kontejnerům, hledaly se způsoby jak toto číslo snížit. Přistoupilo se k srovnání hnízd, ve kterých se kontejnery nacházejí. Za zmínku stojí, že v hnízdě se může nacházet více než jeden kontejner nebo se kontejner vůbec v hnízdě nacházet nemusí. Proto byly využity soubory svoz_2015 a soubor nad_sep a data z nich, konkrétně čísla hnízd, se navzájem srovnávala. Kvůli faktu, že v souboru svoz_2015 je méně kontejnerů než v souboru nad_sep, dá se předpokládat, že některé kontejnery, o kterých je známo jejich umístění, bohužel nejsou zahrnuty v produkci. Vzhledem k tomu, že v další části se řeší data související zejména s produkcí, bylo možné uvažovat nad vyloučením takových kontejnerů.

Postup byl tedy následující. Každý kontejner, který byl v souboru nad_sep označen jako nespárovaný, byl ručně vyhledán podle označení hnízd (čísla 1 - 4500), pokud bylo k dispozici. Hledání probíhalo v souboru svoz_2015, kde se po úspěšném nalezení stejného hnízdě mohlo přistoupit k zapsání příslušného ID kontejneru opět do souboru nad_sep. Zajímavou věcí bylo, že v souboru svoz_2015 jsou značena hnízdě pouze do čísla 2311, ale v souboru nad_sep jsou značena až do čísla 4500. Na základě jejich umístění na mapě, viz obrázek 17 a skutečnosti, že tyto kontejnery není možné dohledat ani na nejnovějších mapách [32], se jedná s největší pravděpodobností o úplně nová hnízdě v nové zástavbě, která nejsou ještě zohledněna v produkci. Díky této informaci bylo možné prohlásit, že nejsou pro další analýzu dále použitelná a byla z ní vyřazena.

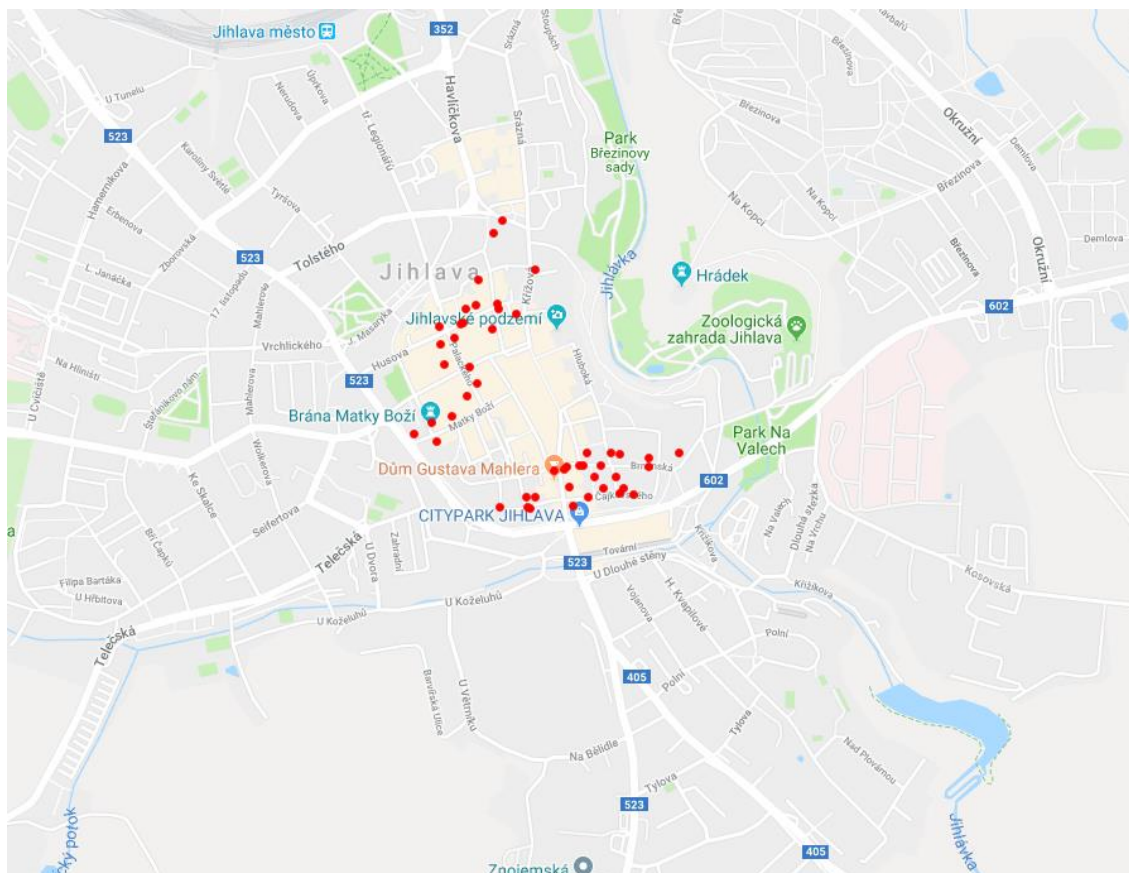
Pro hledání pak platily následující podmínky:

- kód hnízdě < 2311 (papír) < 2310 (plast), v tomto případě bylo ID kontejneru vyhledáváno
- kód hnízdě > 2312 (papír) > 2311 (plast) v tomto případě nebylo ID kontejneru vyhledáváno



Obrázek 17 Vyřazené kontejnery, zpracováno pomocí [33].

Další skupinu tvořily kontejnery, jejichž ID bylo v souboru nad_sep 0 a taktéž jejich kód hnízda byl 0. Nebylo tedy možné je žádným způsobem identifikovat v souboru svoz_2015. V tomto případě byly lokalizovány, viz Obrázek 18.

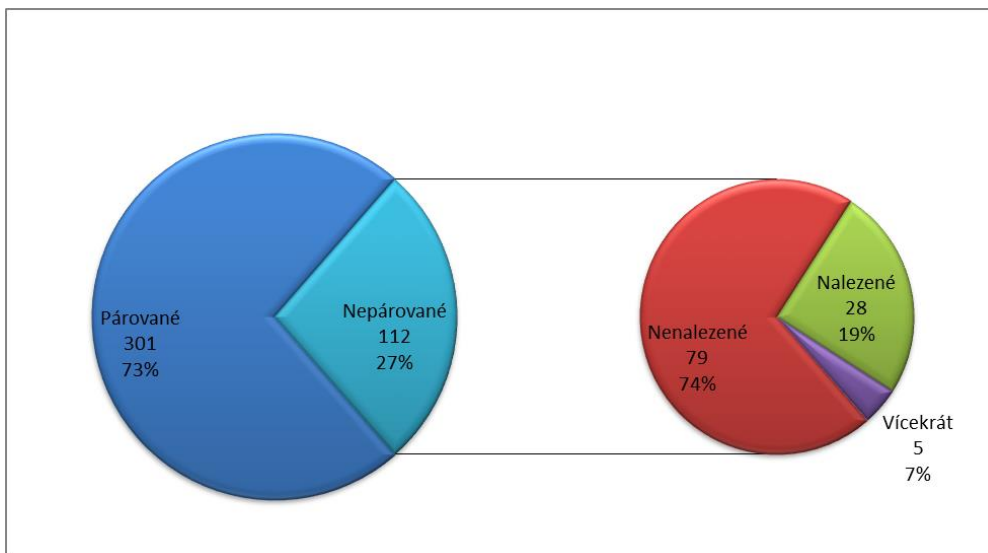


Obrázek 18 Kontejnery s označením hnízda „0“, zpracováno pomocí [33].

Jedná se o kontejnery o objemu 240 l, které se nachází v historickém centru města. Dle [32] se jedná většinou o úzké ulice, kam neprojde popelářské auto, proto jsou sváženy zvlášť. Jde zejména o kontejnery umístěné u firem, tedy takzvaný živnostenský odpad. Z důvodu utajení jsou data anonymizována, proto pro zpracování nevhodná. Vzhledem k tomu, že o těchto kontejnerech sice jsou dostupné informace o jejich poloze, o jejich produkci informace dostupné nejsou. Proto jsou brány v úvahu při dalším postupu a nejsou vyřazeny, protože do nich s největší pravděpodobností lidé přispívají a není možné je proto z této metody jednoduše vyřadit.

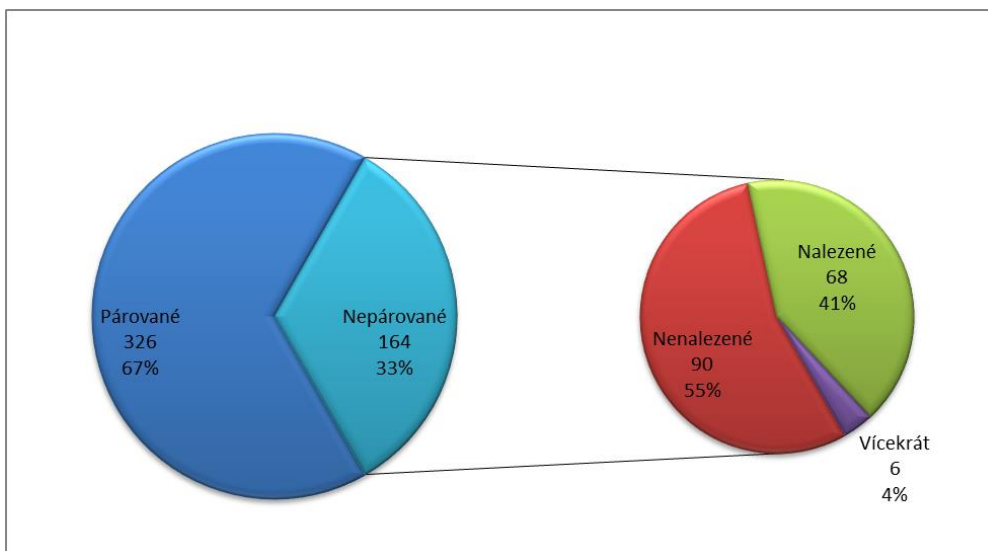
Poslední skupinu tvoří hnízda a související kontejnery, kde jsou známy informace o daném hnízdu, ale nachází se v něm hned několik kontejnerů. Z tohoto důvodu jsou v dalších krocích jejich produkce sečteny a berou se jako jeden kontejner. Např. u papíru byla tato nalezená hnízda označena čísly 1, 2, 3, 4 a 5. Pod číslem 1 a 2 bylo hnízdo s označením „817“, pod které pak hned patřili 3 kontejnery na papír.

Celkové dílčí výsledky této metody jsou přehledně znázorněny ve výšečových grafech. Obrázek 19 říká, že bylo celkem 413 kontejnerů na papír, jak již bylo ukázáno v tabulce 1. Z těchto 413 kontejnerů bylo možné 301 napárovat. Zbylých 112 pak bylo dále zkoumáno. Z toho 28 bylo dodatečně nalezených při fázi zpřesnění dat, tedy bylo jim možné přiřadit i produkci odpadu. Bohužel 79 kontejnerů se nepodařilo ani touto metodou nalézt a zůstaly označeny „0“. Z těchto 79 pak 25 ještě nesplnilo podmínku kódu hnízda a byly z analýzy zcela vyřazeny. Posledních 5 kontejnerů pak mělo dle hnízda více možných ID, tak zahrnutý do analýzy později individuálně sečtením dané produkce.



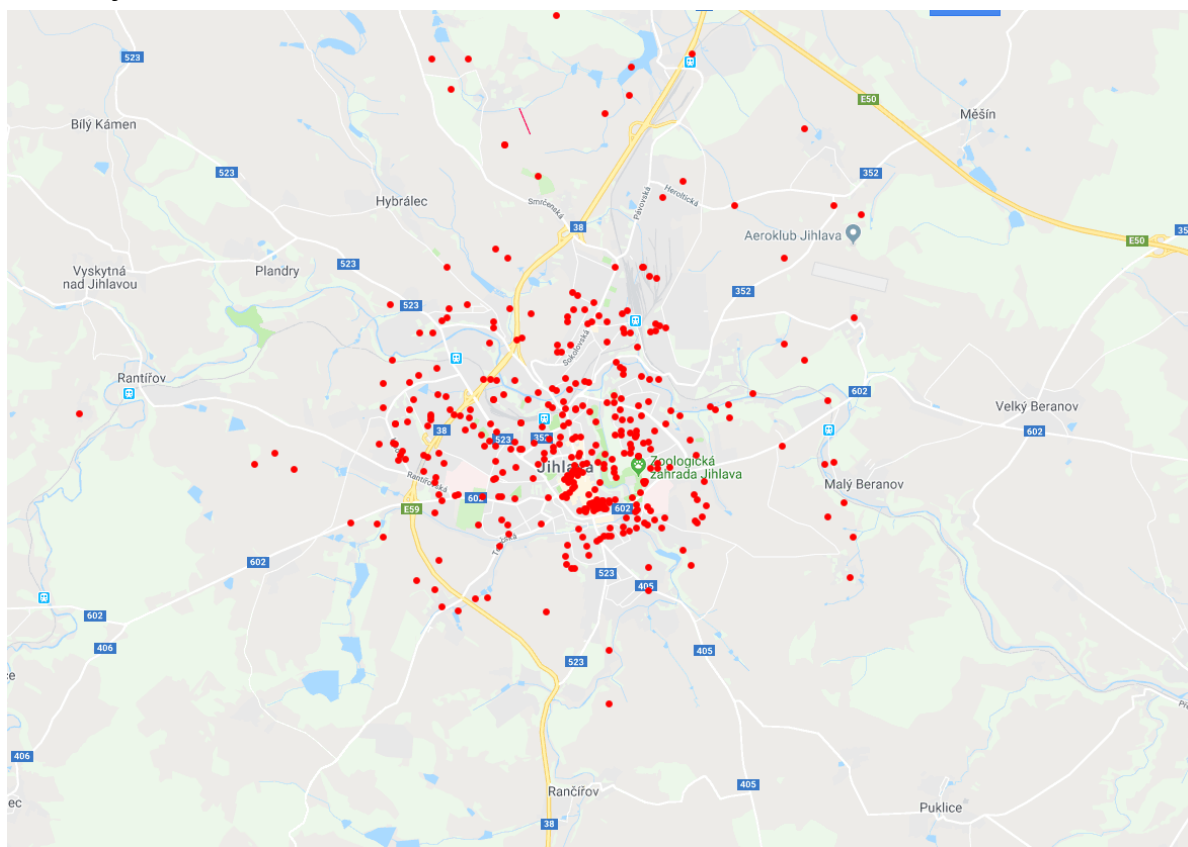
Obrázek 19 Počet párovaných kontejnerů na papír.

Situaci ohledně papíru potom znázorňuje Obrázek 20. Zde se vycházelo ze 490 kontejnerů, ze kterých bylo 326 napárováno a 164 nikoliv. Z těchto 164 pak bylo úspěšně nalezeno 68 a přes veškerou snahu se nepodařilo nalézt celkem 90 kontejnerů. Z tohoto množství se pak ještě vyřadilo zcela z analýzy 29, protože porušili podmínku danou u hnízd. Posledních 6 kontejnerů se řešilo opět individuálně následným sečtením produkce.



Obrázek 20 Počet párovaných kontejnerů na plast.

Do další části, tedy párování ČP a ID kontejnerů, ve výsledku vstupovalo 388 kontejnerů na papír a 461 kontejnerů na plast. Rozmístění všech kontejnerů vstupujících do makra znázorňuje Obrázek 21.



Obrázek 21 Kontejnery vstupující do VBA makra.

3.3.3 Párování ID kontejneru k ČP

Další částí zpracování dat byla identifikace kontejneru, kam lidé nejpravděpodobněji přispívají tříděným odpadem. Toho bylo dosaženo pomocí makra vytvořeného v programovacím jazyce VBA (Visual Basic for Applications), což je programovací jazyk od Microsoftu, který je součástí balíčku Microsoft Office. Předpokladem pro tento postup je, že lidé vyhazují odpad nejbližší svého bydliště, viz [26]. Vstupem do makra je soubor data_ČP, které obsahuje GPS souřadnice (zeměpisná výška a zeměpisná šířka) ke všem číslům popisným v celé obci Jihlava a soubor nad_sep, ve kterém jsou uvedeny všechny lokality nádob na separovaný odpad. Soubor nad_sep je již dle předchozího postupu upraven. Ve výpočtu jsou použity všechny nádoby na separovaný odpad, které byly výstupem předchozí části. Vyloučeny jsou ty takzvané vyřazené, které nesplnili podmínky vstupu do makra v předchozích krocích. Kontejnery s označením „0“ do makra vstupují, protože lidé do těchto kontejnerů přispívají bez ohledu na to, zda k nim je známé identifikační číslo nebo nikoliv. Z důvodu kulatosti země, která i v tomto výpočtu hraje významnou roli, nebylo možné vzdálenost dvou souřadnic řešit Pythagorovou větou, ale bylo nutné počítat vzdálenost dvou souřadnic přes vzorec. Za účelem přesnosti a možnosti ověření výsledků je použita rovnice uvedena ve formátu, ve kterém se vyskytuje v prostředí MS Excel. Rovnice zároveň vypočítá vzdálenost dvou bodů pomocí goniometrických funkcí, viz rovnice 3.1.

$$vzdálenost = \arccos(\cos(rad(90 - lat1)) * \cos(rad(90 - lat2)) + \sin(rad(90 - lat1)) * \sin(rad(90 - lat2)) * \cos(rad(lon1 - lon2))) * 6371 * 1000 \quad (3.1)$$

Kde:

vzdálenost - Hledaná vzdálenost [m]
lat1, lat2 - Zeměpisná šířka [°]
lon1, lon2 - Zeměpisná délka [°]

Ani tento vzorec však není nejlepší, jaký by mohl být, protože předpokládá, že je země koule, což ve skutečnosti není, protože je elipsoid. Vlastností tohoto vzorce je, že se počítá letecká vzdálenost a nejsou tedy zohledněny neprůchozí ulice a domy. Přesnost tohoto výpočtu je až na desetiny metrů, což v této úloze poslouží více než dobře. Základem makra byl tedy výpočet vzdálenost mezi dvěma body a to mezi každým číslem popisným a každým kontejnerem. Výstup výpočtu byl vypsán jako matice výsledků, kde řádky představovaly jednotlivá čísla popisná (6803) a sloupce představovaly jednotlivé kontejnery na papír nebo plast. Z každého řádku pak byla vyhledána minimální hodnota, která představovala nejbližší kontejner k danému číslu popisnému. Poté se tato minimální vzdálenost opět v matici vyhledala a bylo přiřazeno dané identifikační číslo kontejneru. Bylo nezbytné provést výpočet samostatně pro papír i pro plast. Výpočetní čas tohoto makra se pohyboval kolem 15 minut na běžném osobním počítači, jak pro plast, tak pro papír. Výstupem makra je přiřazení identifikačního čísla kontejneru ke každému číslu popisnému.

3.3.4 Zpracování výstupů

Makro bylo vypočítáno celkem dvakrát. Jednou pro úplně všechny kontejnery a podruhé pro kontejnery, které byly výstupem z předchozích částí. Porovnávala se průměrná minimální vzdálenost k nejbližšímu kontejneru, stejně jako medián této vzdálenosti, minimum a maximum (vysvětlení pojmů Kapitola 3.3.2). Dle studie popsané v Kapitole 2.3.7 je docházková vzdálenost důležitým parametrem při hodnocení míry třídění odpadu. Z tohoto důvodu se zdálo být nezbytné i tuto proměnnou zohlednit. V tabulce 4 a 5 jsou ukázány hodnoty jak pro řešené kontejnery, tedy množina kontejnerů, ze které jsou vyloučeny ty, co nesplnili podmínku vstupu do makra. Naopak druhý řádek ukazuje výsledky výpočtu pro úplně všechny kontejnery, bez ohledu na to zda jsou známy jejich parametry a ID. Pro srovnání se průměrná docházková vzdálenost při odstranění kontejnerů u papíru zvýšila cca o 2,4 % v případě průměru a o 2,5 % v případě mediánu. Minimální vzdálenost zůstala stejná a maximum se zvýšilo pouze o pár desítek metrů. U plastu byla situace podobná. Při odstranění některých kontejnerů bylo předpokládáno, že se zvýší i docházková vzdálenost, v tomto případě se její průměrná hodnota zvýšila o 2,5 % u průměru a o 2,3% v případě mediánu.

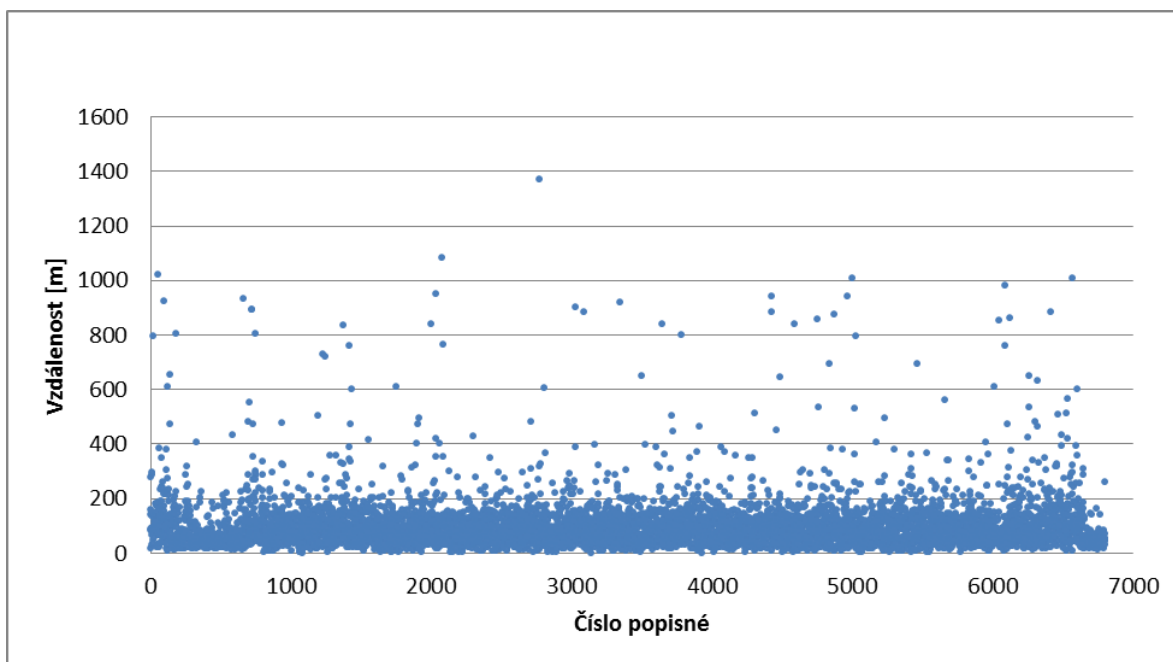
Tabulka 4 Docházková vzdálenost ke kontejnerům papíru.

	Průměr [m]	Medián [m]	Minimum [m]	Maximum [m]
Řešené	97,8	79,6	0,9	1371,1
Všechny	95,5	77,6	0,9	1356,7

Tabulka 5 Docházková vzdálenost ke kontejnerům plastu.

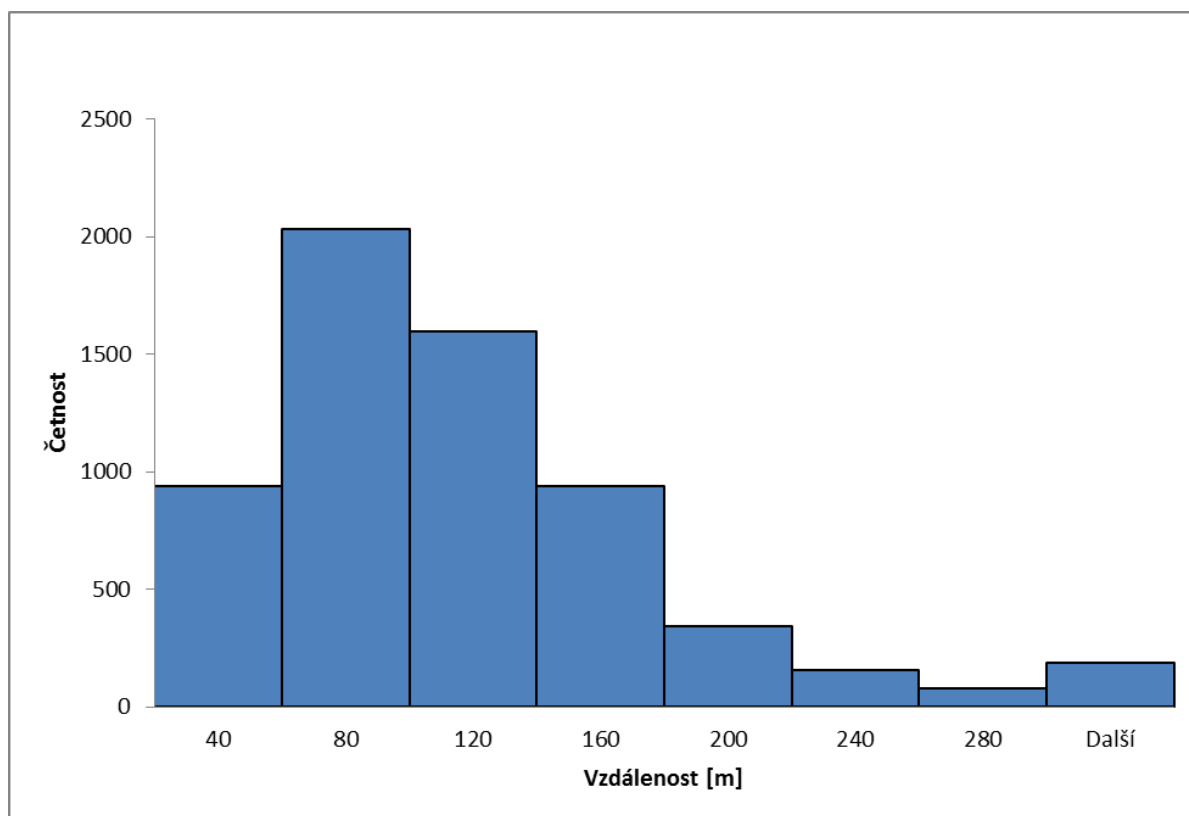
	Průměr [m]	Medián [m]	Minimum [m]	Maximum [m]
Řešené	96,6	79,2	0,8	1086,4
Všechny	94,2	77,4	0,8	1086,4

Obrázek 22 pak znázorňuje jednotlivé rozložení docházkových vzdáleností v bodovém grafu. Na první pohled je zřejmé, že největší část hodnot je zastoupena v oblasti do 200 m.



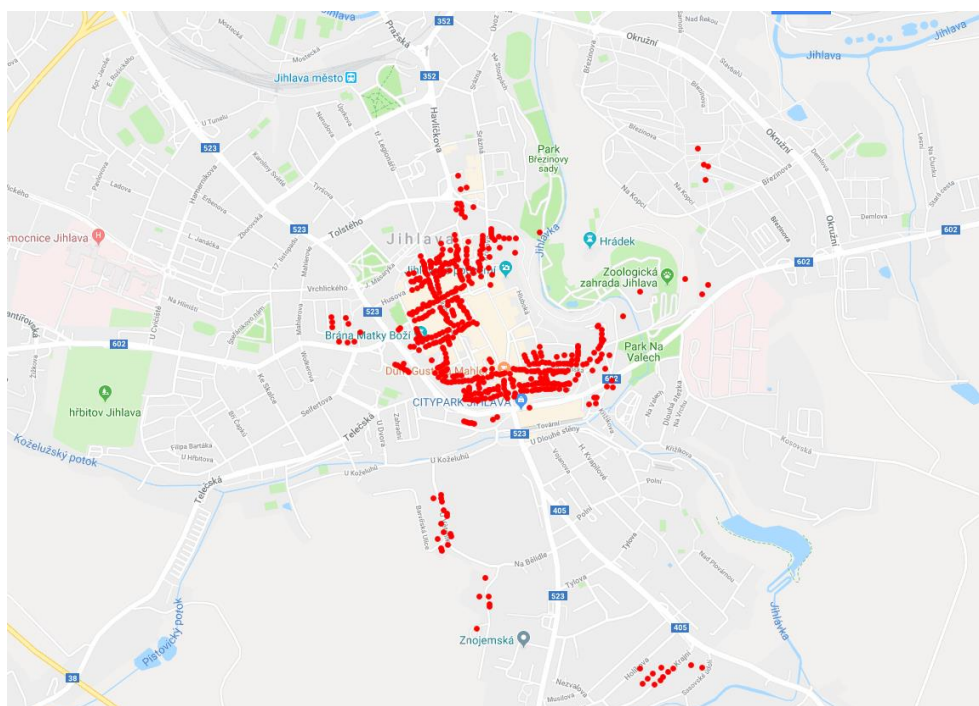
Obrázek 22 Vzdálenost k nejbližšímu kontejneru u papíru.

Histogram zobrazený na Obrázku 23 pak ukazuje celkově rozložení jednotlivých docházkových vzdáleností pro komoditu papír. Nejčtenější hodnota je někde mezi 80 a 120 m, což odpovídá teoretickým datům [25].



Obrázek 23 Histogram docházkových vzdáleností.

Výstup z makra byl nakopírován do souboru data_ČP a následovalo vyhledávání kontejnerů, které byly vyhodnoceny jako společné v datech s čísly popisnými. Pokud byl vyhledán kontejner, o kterém jsou informace, byl výstup „1“ a pokud nikoliv tak „Není k dispozici“. Tímto bylo jasné určeno, která čísla popisná přispívají do známých kontejnerů a která do neznámých. Ta co přispívají do neznámých, byla z dalšího výpočtu vyřazena, protože není možné zjistit jejich produkci jednotlivých komodit odpadu. Celkově bylo u papíru vyřazeno celkem 530 čísel popisných, což představuje 7,8 % všech ČP a celkem 3613 obyvatel, což je 7,14 % z celkového počtu obyvatel Jihlavy. Z drtivé většiny se jedná o domy umístěné v historickém centru města, kde jsou kontejnery o objemu 240 l a úzké ulice. Viz Obrázek 24, kde červené tečky představují vyřazená ČP. U plastu byla situace velmi podobná, 542 čísel popisných muselo být vyřazeno, což představuje 3793 obyvatel. Opět se jedná zejména o domy umístěné v historickém centru a v místě novostaveb.



Obrázek 24 Vyřazená ČP pro papír.

Následovalo vytvoření kontingenční tabulky, která vycházela ze souboru data_ČP, kde už byly nakopírovány ke každému ČP i ID kontejneru. Řádky představovaly jednotlivé kontejnery a jako hodnoty byly počty obyvatel, které žijí na ČP přispívajících do daného kontejneru. Tím byl zjištěn počet obyvatel přispívajících do daného kontejneru. Vzhledem k tomu, že již dříve bylo známo množství odpadu na jednotlivé kontejnery, tak bylo k počtu obyvatel přiřazeno množství odpadu v daném kontejneru za rok. Prostým dělením bylo získáno množství odpadu pro daný kontejner na osobu tedy kg/osoba/rok. Zajímavostí bylo, že jeden kontejner sice vykazoval produkci odpadu, ale výpočet (makro) mu nepřihradil žádné nejbližší číslo popisné. Dalším zkoumáním a to zejména vyhledáním si tohoto kontejneru přes mapy pomocí GPS souřadnic bylo zjištěno, že se nachází v nové zástavbě, která ještě ani na mapě nebyla zakreslena. Bylo to hnízdo jak pro plast, tak pro papír a data o číslech popisných tuto novou oblast ještě neobsahují. Nachází se na okraji městské části Horní Kosov. Poloha viz Obrázek 25.



Obrázek 25 Umístění kontejneru s produkcí bez přiřazených ČP.

3.3.5 Data pro další analýzy

Posledním krokem bylo zjištění produkce plastu a papíru vztahující se ke každému číslu popisného. Toho bylo docíleno tak, že se jednotlivé produkce kontejnerů přepočítaly dle počtu obyvatel žijících na ČP na jednotlivá ČP. Dalším krokem pak bylo pouhé vynásobení počtu obyvatel na daném ČP produkcí na jednoho obyvatele. Tím bylo zjištěno, kolik vytřídil každý občan žijící na daném ČP papíru i plastů za rok 2015.

Výstupem jsou tedy tři datové údaje:

- produkce plastu a papíru na každý kontejner
- produkce papíru a plastu každého ČP
- průměrná produkce obyvatele dle jednotlivých ČP

Mezi důležité hodnoty uvedené patří:

- ID čísla popisného
- produkce papíru a plastu na obyvatele na ČP
- počet obyvatel žijící na daném ČP
- docházková vzdálenost k nejbližšímu kontejneru

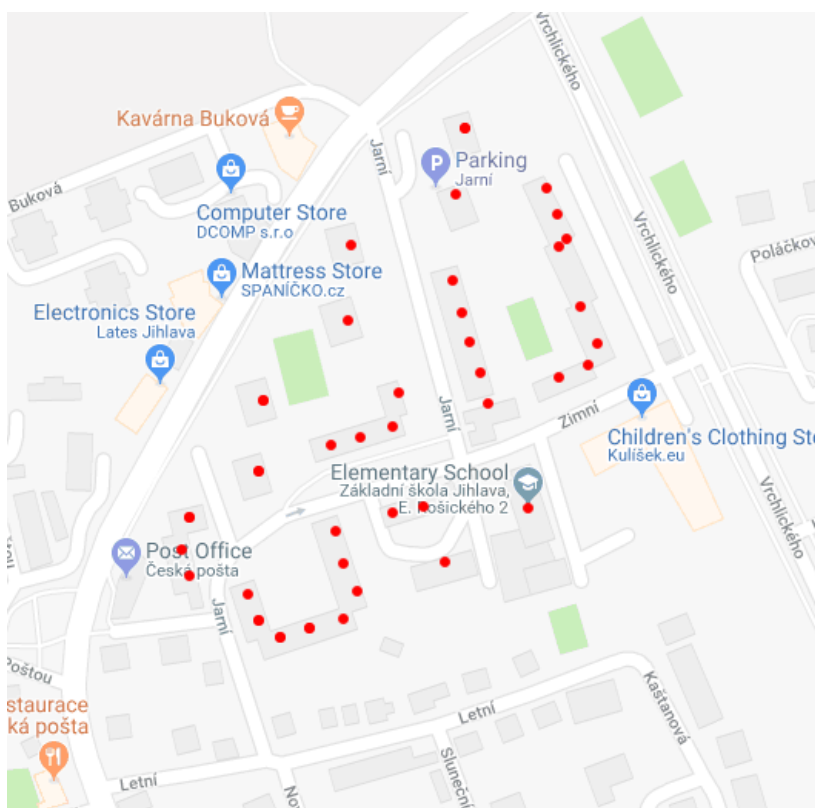
Výstup je zároveň umístěn do souboru MS Excel pro další zpracování. Tato data jsou připravena pro další pokročilé analýzy a to hlavně pro zjištění jednotlivých parametrů, které mají na produkci zmíněných skupin odpadů vliv. Součástí celého zpracování jsou i přílohy. Příloha 1 obsahuje všechna vytříděná a postupně párovaná data kontejnerů a čísel popisným. Přílohy 2 a 3 obsahují makro vytvořené v programovacím jazyce VBA. Příloha 4 pak dále obsahuje zpracovaná data pomocí statistických analýz. V poslední Příloze 5 lze nalézt mapu vytápění obce Jihlava.

3.4 Analýza dat

V této části práce byla data připravená v předcházející části práce dále podrobena analýzám. Vstupní data představovaly dvě tabulky vytvořené v MS Excel jako výstup z předcházející části. Dále jsou v této části práce odhadnuty a vyhodnoceny vlivy, které by mohly nějakým způsobem mít dopad na produkci separovaně sbíraného odpadu, tedy společensko-ekonomické faktory. V další části jsou tato data podrobně zkoumána popisnou statistikou. Pro vyhodnocení jednotlivých vlivů byla použita i korelační analýza a posouzení normality dat. Finálním důležitým bodem byla asociační pravidla, které jsou vhodnější než regresní analýza a upřesňují, jak spolu jednotlivé vlivy mohou souviset a jaké jejich různé kombinace mohou mít vliv na celkovou produkci separovaného odpadu. Nakonec je k dispozici vyhodnocení toho výsledků celé práce. Veškerý postup je součástí souboru MS Excel „Analýza“ dostupný v Příloze 4.

3.4.1 Odhad vlivů působících na produkci separovaného odpadu

Na celkovou produkci separovaného odpadu může působit celá řada vlivů. Některé vlivy, které jsou v následujících stranách popisovány, jsou podloženy předchozími studiemi a data a jiné jsou spíše odhady založené na znalosti sociálněekonomických faktorů. Vzhledem k tomu, že je k dispozici celá řada nástrojů, jak roztřídit čísla popisná dle toho, jaké faktory na ně mohou být vliv, tak bylo přistoupeno k jednotlivému zpracování uvedených dat. U velké části vlivů se postupovalo tak, že se nejprve odhadly a poté se vyhledávaly pomocí mapy [32]. Po té se pro precizní ověření na jednotlivé oddělení čísel popisných používalo pro vyobrazení celé problematiky i [33]. Tím bylo možné téměř okamžitě vyobrazit danou zkoumanou množinu ČP na mapu s vyznačenými hledanými čísly popisnými, viz Obrázek 26.



Obrázek 26 Zobrazení čísel popisných, vytvořeno pomocí [33].

Vliv docházkové vzdálenosti

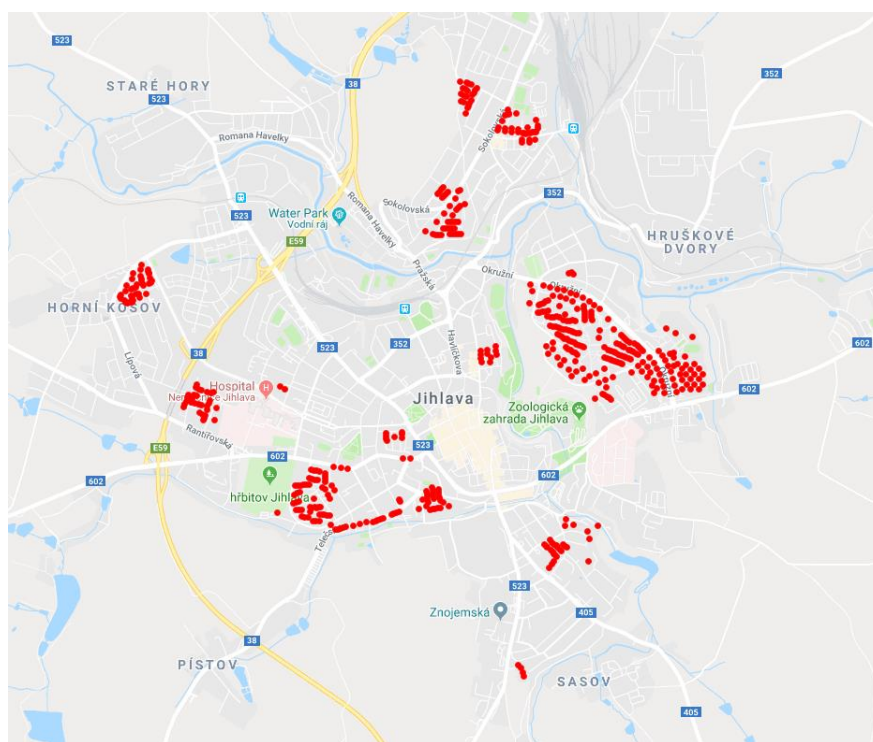
V předcházejících částech práce se vycházelo z předpokladu na základě studie [26], že lidé přispívají produkcí odpadu do nejbližšího kontejneru nacházejícího se jejich bydliště. V dané studii bylo dále popsáno, že míra třídění odpadu přímo souvisí i s docházkovou vzdáleností, kterou člověk musí překonat k danému hnízdu na separovaný odpad. Na základě těchto skutečností byl tento parametr vybrán k dalšímu zpracování a analýze.

Vliv počtu obyvatel na ČP

Díky skutečnosti, že ve vstupních datech byl docela detailně uveden počet obyvatel na ČP, hodí se tento parametr k dalšímu přezkoumání. Cílem sledování tohoto parametru je zjistit, zda souvisí míra třídění odpadu i na počtu obyvatel žijícím v daném čísle popisném. Jinými slovy zda má vliv typ zástavby (rodinné domy, byty, velké bytové jednotky, panelové domy) na míru separace složek papíru a plastu. Jedná se o jeden z typických sociálně-ekonomických parametrů. Tento faktor byl zkoumán např. ve studii [34].

Vliv vytápění

Jedním z hlavních vstupních datových celků je i mapa vytápění obce Jihlava. Zkoumáním tohoto vlivu je snaha zjistit, zda má vliv použití topného paliva dopad na produkci separovaného odpadu. Předpoklad je, že lidé, kteří používají k vytápění vlastní topné jednotky, mohou ve výsledku vytrdit méně papíru, vzhledem ke skutečnosti, že tento papír mohou v daných kamnech spalovat společně s jejich primárním palivem. Vliv byl zkoumán i např. studiích, viz [35].



Obrázek 27 Vlastní mapa vytápění v Jihlavě, vytvořeno pomocí [33].

Postup zpracování byl následující. Jak již bylo nastíněno ve vstupních datech, z mapy se dá poměrně dobře zjistit, jaká čísla popisná jsou napojena na centrální zásobování teplem. Bohužel i dostupná mapa ve vysoké kvalitě má své nedostatky a některé ulice zde nejsou vyznačeny. Tento nedostatek byl vykoupen ručním hledáním všech čísel popisných na mapách jiných např. [32]. Zápis byl prováděn tak, že se ručně označila v souboru MS Excel „Analyza“ číslem „1“ tak čísla popisná, která byla připojena na centrální vytápěcí systém.

V opačném případě naopak „0“. Takto byl získán soubor, kde je jasné definováno, která ČP jsou připojena na centrální zásobování, a mohlo se s tímto faktem dále pracovat. Pro kontrolu správnosti zadání dat byla vytvořena vlastní mapa vytápění, viz Obrázek 27.

Vliv lokality

Rozdělení oblasti na lokality a zkoumání produkce odpadu odděleně bylo předmětem hned několika studií. Jednou z nich je i [37], kdy byla daná oblast rozdělena na lokality typu město a venkov. Potvrzuje to i další studie [36], kde se zkoumal hlavně typ bydlení. Vzhledem k tomu, že už vstupní data svým provedením rozlišovali centrum a přilehlé části, bylo možné všechna ČP v centru označit číslem „1“ a venkovské oblasti naopak „0“.

Vliv přítomnosti škol

Na množství vytríděného odpadu má dle tohoto předpokladu vliv i to, jak se přeskupuje obyvatelstvo na daném území v rámci celého dne. Žáci základních a středních škol se soustřeďují většinu dne ve škole nebo poblíž školy. Bohužel všechny nádoby na separovaný odpad, které patří školám, se nepodařilo identifikovat z hlediska ID kontejneru. Díky tomuto faktu nebylo možné zjistit, kolik daná škola přímo vytrídí odpadu, i proto, že každá škola si odpad řeší zvlášť sama. Přítomen je však předpoklad, že čísla popisná, která se nachází v blízkosti škol, mohou být produkcí separovaného odpadu zatížena od žáků dané školy. Tím pádem mohou vykazovat vyšší produkci separovaného odpadu, než ve skutečnosti mají. Postup zpracování byl téměř totožný jako u mapy vytápění, pouze byly školy nalezeny přes databázi firem a následně umístěny na mapu. Čísla popisná nacházející se v blízkosti škol pak byla označena „1“ a ty co se poblíž nenachází pak „0“. Celkem bylo nalezeno přes 15 škol, které sídlí v obci Jihlava

Vliv přítomnosti parků

Odhad tohoto parametru předpokládá, že se lidé v přítomnosti parků pohybují častěji a produkují jiný typ odpadu než na jiných místech ve městě. Z tohoto důvodu mohou být přilehlá čísla popisná zatížena i odpadem, který pochází od lidí navštěvující daný park. Díky tomuto mohou vykazovat větší produkci, než ve skutečnosti mají. Postup zpracování byl velmi podobný jako u zpracování vlivu přítomnosti škol až na rozdíl, že parky bylo nutné identifikovat dle [32] a [33]. Opět přítomnost parku je vyznačena v datovém souboru Analýza číslem „1“ přiloženém v Příloze 4.

Vliv přítomnosti zahrádkářských kolonií

V obci Jihlava se nachází poměrně velké zastoupení ploch zahrádkářských kolonií. Lidé nacházející se v těchto koloniích nemají z velké části přiřazeny nádoby na separovaný odpad. Z tohoto důvodu se dá předpokládat, že plasty a papír budou vyhazovat do kontejnerů v jejich těsné blízkosti. Tím mohou zvyšovat produkci odpadu přilehlým číslům popisným. Postup řešení byl totožný jako v případě zkoumání přítomnosti parků.

Vliv přítomnosti nákupních středisek

Poblíž supermarketů se přes celý den hromadí velké množství lidí. Existuje velká míra pravděpodobnosti, že si tato část populace v supermarketech nakoupí výrobky jako nápoje, výrobky v krabicích atd. Těchto obalů se bude chtít v nejbližší příležitosti i zbavit. V rámci tohoto vlivu existuje předpoklad, že se daného obalu zbaví přímo v blízkosti daného nákupního střediska. Bylo pracováno s databází firem a [32] a s jejich pomocí byly identifikovány všechny supermarkety na území Jihlavy a přilehlá ČP. Opět při přítomnosti supermarketu byla data v datovém souboru v Příloze 4 označena jako „1“.

Vliv přítomnosti hlavních silnic

Přítomnost hlavních silnic může mít vliv na množství separovaného odpadu v její bezprostřední blízkosti. Je zde předpoklad, že větší množství lidí nemusí vyhazovat odpad do

nejbližšího hnízda na separovaný odpad od jejich bydliště. Naopak ho mohou vyhazovat například cestou do práce. V rámci tohoto předpokladu jsou brány v potaz všechny velké silnice na území Jihlavy a přilehlá čísla popisná. Postup pro jejich identifikaci a zápis je totožný s předcházejícím řešením.

Další potenciální vlivy

Mezi další zkoumané vlivy patřila velikost kontejnerů. Bohužel vzhledem k tomu, že velká část ID kontejnerů nebyla dostupná, tak téměř všechny kontejnery, které byly analyzovány, měly objem pouze 1100 l. Tím pádem nebylo možné tento parametr efektivně dále analyzovat.

Pokud by daná analýza zkoumala celou Českou republiku a ne jen pouze v obci Jihlava, daly by se použít i jiné parametry, jako například ekonomická situace obyvatel. Na úrovni obce by bylo možné tento vliv aplikovat například na vyloučené lokality, bohužel se v Jihlavě žádné nenachází. Tento parametr souvisí s faktem, že s lepší ekonomickou i společenskou situací souvisí i vyšší míra třídění odpadu.

3.4.2 Popisná statistika

Popisná statistika je matematická disciplína, která kvantitativně popisuje vlastnosti statistického souboru a sumarizuje informace ve formě grafů a tabulek. Vypočítává i jejich číselné charakteristiky. V prostředí MS Excel je zastoupena funkcí s názvem „Popisná statistika“. Vzhledem k tomu, že číselných charakteristik je velká řada, jsou zde uvedeny jen ty nejdůležitější, se kterými se dále pracuje [39].

Aritmetický průměr

Jedná se o statistickou veličinu vyjadřující typickou hodnotu, tedy součet všech hodnot vydělený jejich počtem, pro více informací viz [40].

Medián

Medián rozděluje statistický soubor na „dolní polovinu“ a „horní polovinu“ hodnot. Jde o robustní charakteristiku, která je oproti aritmetickému průměru málo citlivá na extrémně odchýlené hodnoty. Pro roztříděný soubor se k výpočtu mediánu užívá vhodná aproximace, více viz [40].

Modus

Modus je hodnota, která se v daném statistickém souboru vyskytuje nejčastěji (je to hodnota znaku s největší relativní četností). Představuje jakousi typickou hodnotu sledovaného souboru a jeho určení předpokládá roztřídění souboru podle obměn znaku, pro více informací viz [39].

Rozptyl

Rozptyl je definován jako střední hodnota kvadrátů odchylek od střední hodnoty, pro více informací viz [39].

Směrodatná odchylka

Směrodatná odchylka je v teorii pravděpodobnosti a statistice často používanou mírou statistické variability. Jedná se o odmocninu z rozptylu náhodné veličiny, pro více informací viz [40].

Špičatost

Špičatost udává, jak se v rozložení četností vyskytují velmi vysoké a velmi nízké hodnoty. I tuto míru lze udat pomocí koeficientu, k jehož výpočtu se opět využívají centrální momenty a na základě jehož výsledku lze usuzovat na více špičaté než normální rozděle-

ní (tzv. leptokurtické) či méně špičaté než normální rozdělení (tzv. platykurtické), pro více informací viz [39].

Šikmost

Šikmost je charakteristikou, jež nám určuje, kterým směrem je proměnná asymetricky rozložena. Rozlišujeme šikmost kladnou, též pravostrannou, kdy se většina získaných hodnot nachází pod průměrem a šikmost zápornou (levostrannou), kdy se většina hodnot naopak nachází nad průměrem, pro více informací viz [39].

Minimum a maximum

Funkce f má v bodě M definičního oboru maximum, pokud je v tomto bodě M nejvyšší funkční hodnota ze všech funkčních hodnot, které funkce má. Funkce f má v bodě M definičního oboru minimum, pokud je v tomto bodě M nejnižší funkční hodnota ze všech funkčních hodnot, které funkce má, pro více informací viz [40].

Pro jednorozměrný roztríděný statistický soubor se v případě spojitého znaku X užívají nejčastěji dva typy grafů. Jedním z nich je i histogram. Je to soustava obdélníků v kartézské souřadné soustavě, jejich základy jsou třídy a výšky jsou četnosti tříd, pro více informací viz [40].

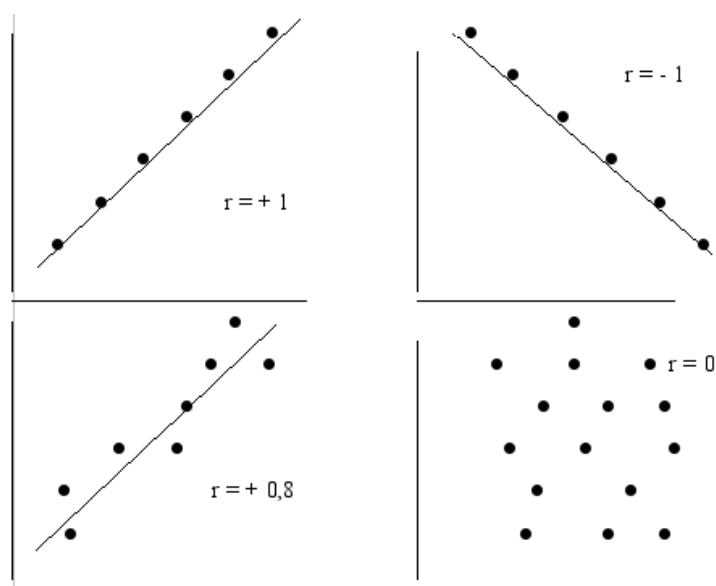
Korelace

Korelace značí vztah mezi dvěma procesy nebo veličinami. Pokud se jedna z veličin mění, tak se korelativně mění i druhá a naopak. Míru závislosti mezi takovými veličinami udává korelace, pokud se prokáže, že velmi pravděpodobně, že mezi nimi závislost je. Nelze však usoudit, že by jedna musela být příčinou a druhá následkem. Míru korelace udává koeficient korelace „ r “. Jedná se pouze o míru lineární závislosti mezi znaky X a Y . Čím je jeho hodnota blíže 1 anebo -1 tím je závislost blíže lineární závislosti a body (x,y) blíže přímce. Grafické znázornění míry korelace je na Obrázku 29. Jeho kladná (záporná) hodnota odpovídá celkově rostoucí (klesající) závislosti mezi X a Y . Hodnota blízká 0 vyjadřuje, že závislost není lineární a znaky X, Y mohou být nezávislé.

Pro interpretaci se používá stupnice:

- 0,01 – 0,09 triviální, žádná
- 0,10 – 0,29 nízká až střední
- 0,30 – 0,49 střední až podstatná
- 0,50 – 0,69 podstatná až velmi silná
- 0,70 – 0,89 velmi silná
- 0,90 – 0,99 téměř perfektní

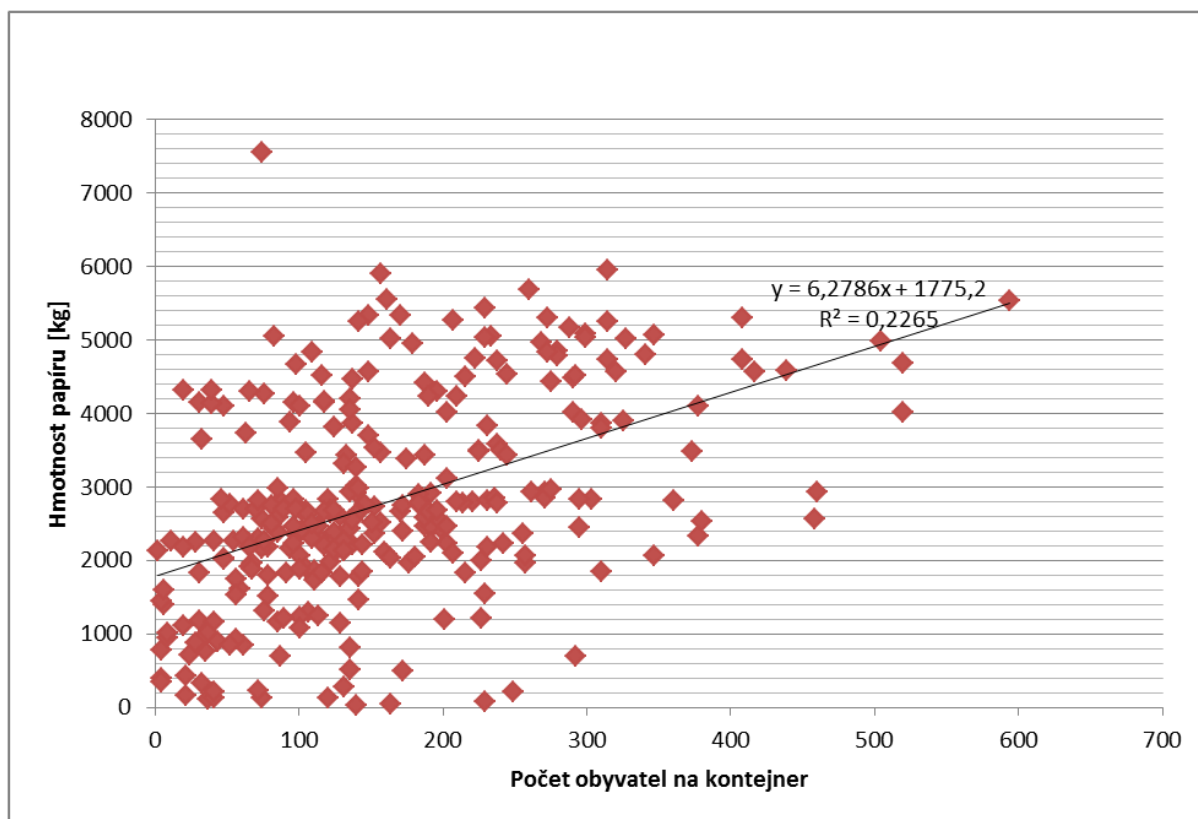
V MS Excel je zastoupena koeficientem lineární korelace. S korelací souvisí i koeficient determinace. Jedná se o druhou mocninu korelačního koeficientu vynásobenou hodnotou. Určuje pak míru variability dat. Jednotlivé rozložení dat a vliv na korelační koeficient ukazuje Obrázek 28.



Obrázek 28 Korelační koeficienty rozdílných hodnot [39].

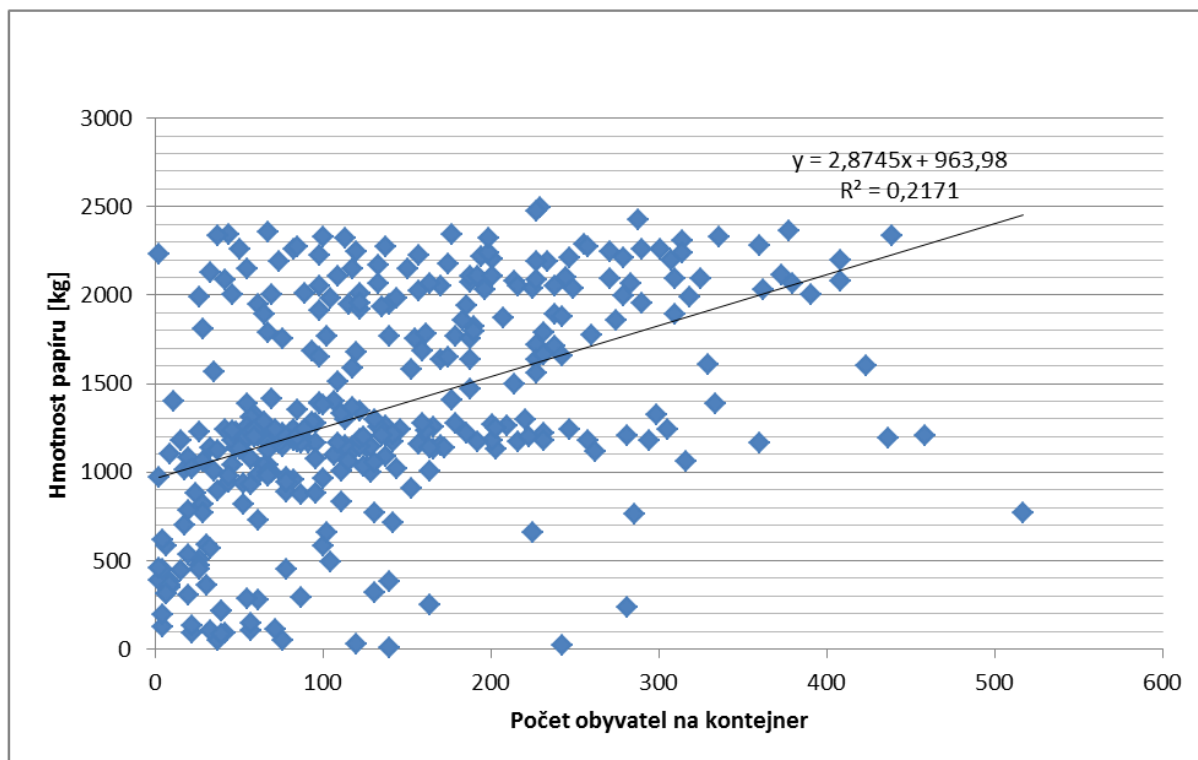
Vyhodnocení produkce vztažené na číslo popisné

Prvním krokem při statistickém popisu dat bylo vyhodnocení samotné produkce bez vnějších vlivů. Toho se docílilo tak, že se porovnávala hmotnost vytříděného papíru s počtem obyvatel připadajícím na kontejner. Kdyby to byl jediný parametr, data by měla být všechna umístěna na jedné přímce, tedy že s rostoucím počtem lidí na kontejner roste lineárně i jeho produkce. Což však nebyla pravda a dokazuje to i Obrázek 29. Koeficient korelace v tomto případě dosahoval hodnoty 0,47, což je dle dříve zmíněné stupnice střední závislost.



Obrázek 29 Produkce vytříděného papíru.

Podobným způsobem byla porovnána i produkce plastu, viz Obrázek 30. Zde už byla závislost podstatně nižší a koeficient korelace dosahoval hodnoty 0,46. Toto rozmístění dat jasně ukazuje, že pouhé množství lidí připadající na kontejner neznamena okamžitě i lineárně vyšší produkci odpadu. Což značí, že na produkci působí ještě další faktory, například sociálně ekonomické parametry.



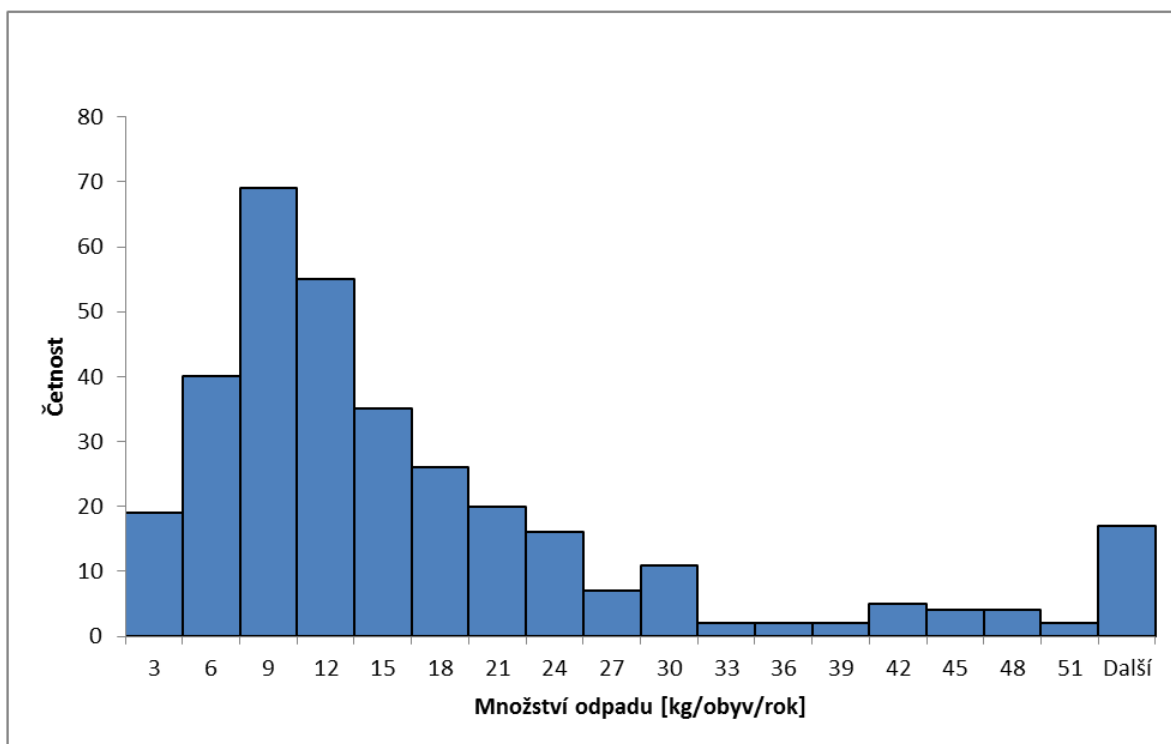
Obrázek 30 Produkce vyříděného plastu

Statistické veličiny produkce odpadu papíru a plastu byly zpracovány do přehledné Tabulky 6. Ta jasně říká, že hmotnostně papíru vyřídí občané téměř dvojnásobně více než plastu. Je také zřejmé nesourodé rozmístění dat. Což se vyznačuje například z velké části lišícími se hodnotami mediánu a průměru. Například u papíru to vypovídá, že velká část občanů třídí někde kolem 20 kg papíru za rok, avšak medián napovídá, že v datech jsou i velmi odlehlé hodnoty. Tabulka 6 je důležitá i z toho hlediska, že se k ní budou porovnávat jednotlivé vlivy.

Tabulka 6 Hodnoty statistických veličin.

	Průměr [kg/os/rok]	Medián [kg/os/rok]	Modus [kg/os/rok]	Odchylka [kg/os/rok]	Rozptyl [kg/os/rok]	Minimum [kg/os/rok]	Maximum [kg/os/rok]
Papír	20,4	16,7	0,8	22,2	492,1	0,2	975,3
Plast	13,0	9,9	8,2	17,9	319,6	0,1	1023,8

Pro názornost byl vytvořen i histogram množství vyříděného odpadu. V tomto případě byl vytvořen pro plast a jasně ukazuje, že největší část občanů vyřídí někde kolem 9 kg plastů za rok. Množství jsou však velmi nesourodá a ukazují na jiné než normální rozdělení. Histogram je k dispozici na Obrázku 31.



Obrázek 31 Histogram produkce plastu.

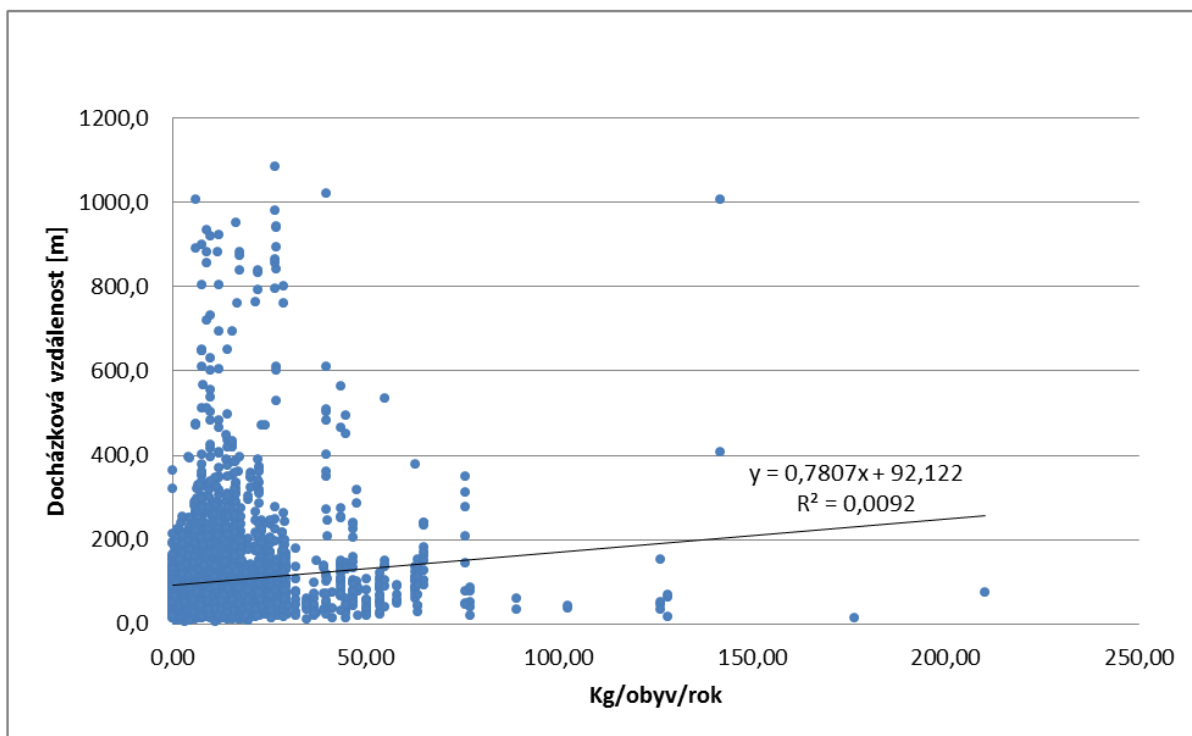
Vyhodnocení vlivů na produkci separovaných složek komunálního odpadu

Docházková vzdálenost

Docházková vzdálenost obyvatel ke kontejnerům již byla popisnou statistikou popsána v kapitole 3.3.4. Pro podrobnější popsání byl vytvořen graf, který je k dispozici na Obrázku 32. Lze pozorovat, že závislost produkce jednotlivých čísel popisných na docházkové vzdálenosti úplně nezáleží do takové míry, jak bylo předpokládáno. Míra korelace mezi vytříděným odpadem a docházkovou vzdáleností je velmi malá. Spíše se zdá, že se vytřídí nejvíce pouze v určitém úseku daných vzdáleností. Data obsahující docházkové vzdálenosti byly roztříděny do jednotlivých kategorií. Byly celkem tři, malá docházková vzdálenost, velká docházková vzdálenost a docházková vzdálenost kolem mediánu. Tyto tři intervaly se následně porovnávaly. Dle výsledků zobrazených v Tabulce 7, má docházková vzdálenost téměř minimální vliv na výsledné množství separovaně sbíraných složek odpadu.

Tabulka 7 Produkce odpadu v závislosti na docházkové vzdálenosti.

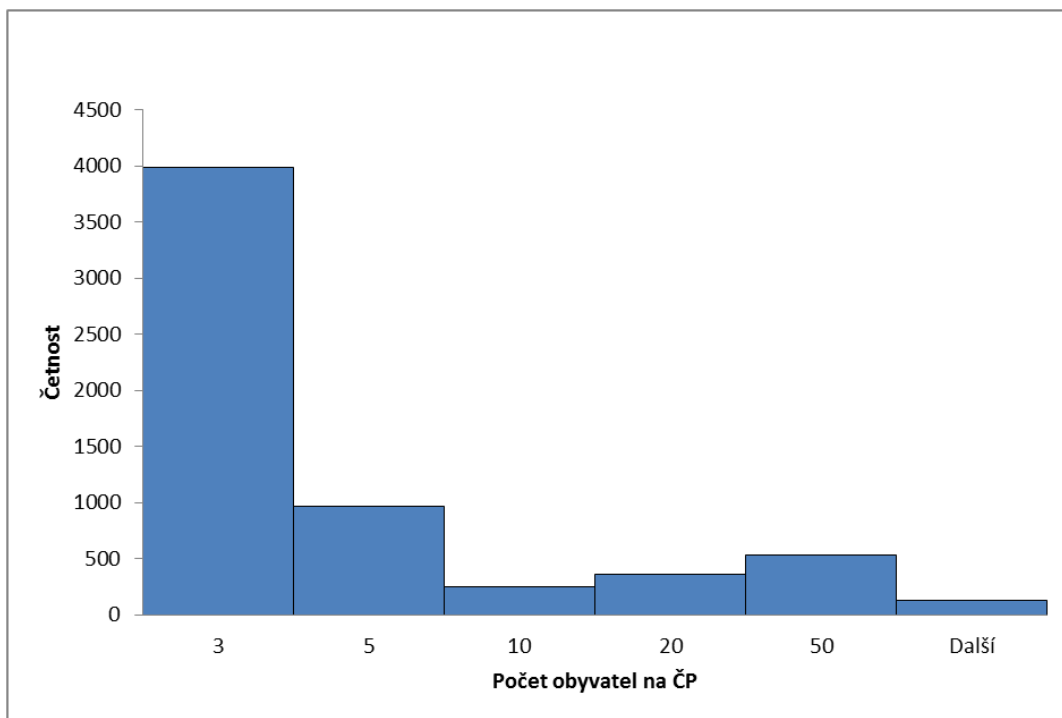
	Průměr	Medián		Průměr	Medián
Papír	[kg/os/rok]	[kg/os/rok]	Plast	[kg/os/rok]	[kg/os/rok]
Nízká	20,85	16,86	Nízká	12,45	9,60
Střední	20,83	16,86	Střední	12,59	9,88
Vysoká	19,44	16,06	Vysoká	12,79	9,92



Obrázek 32 Produkce plastu vzhledem k docházkové vzdálenosti.

Struktura obyvatelstva v Jihlavě

V obci Jihlava nalezneme přes 6200 domů. Tyto domy mají dle dostupných dat určitý počet obyvatel na něm bydlících. Tím je definována i zástavba na rodinné domy a velké bytové celky. Velká část vykazuje pouze 2,2 obyvatele, což znamená rodinné domy. Celá struktura je znázorněna v histogramu na Obrázku 33.



Obrázek 33 Histogram rozložení obyvatel do ČP v Jihlavě.

Podobně jako u docházkových vzdáleností bylo i zde přistoupeno ke kategorizaci dat a jejich následnému zpracování. V tomto případě byla Jihlava rozdělena na rodinné domy, poté na větší rodinné domy a byty a poslední kategorie pak byla velké bytové jednotky. Srovnávala se míra vyřídění papíru a plastu a vyhodnocení proběhlo pomocí popisné statistiky. Finální výsledky obsahuje Tabulka 8. Z výsledků jasně vyplývá, že se vzrůstajícím počtem obyvatel na ČP se zároveň snižuje množství odpadu, které vyřídí. Což značí, že v zástavbách rodinných domů je vyšší míra separace na obyvatele, než ve velkých bytových komplexech.

Tabulka 8 Produkce odpadu v závislosti na počtu obyvatel na ČP.

Papír	Průměr	Medián	Plast	Průměr	Medián
	[kg/os/rok]	[kg/os/rok]		[kg/os/rok]	[kg/os/rok]
Nízká	21,67	17,72	Nízká	14,36	11,26
Střední	19,00	16,82	Střední	12,20	9,35
Vysoká	17,54	15,15	Vysoká	9,40	7,73

Tabulka vlivů a jejich statistických hodnot u papíru

Všechny vlivy působící na produkci papíru byly zaneseny do přehledné Tabulky 9. V ní je vidět změna jednotlivých parametrů v různých lokalitách. Z této tabulky vyplývá, že parky mají vliv na produkci papíru. Průměr produkce separovaně sbíraného papíru v okolí parků je o několik % vyšší než v jiných částech. Další zvýšení produkce papíru lze pozorovat v okolí škol a zahrádkářských kolonií. U zahrádkářských kolonií je to poměrně velké množství, až o 10% více. Pozitivně vyšly i vyšší produkce v okolí supermarketů. Naopak v okolí velkých silnic byla produkce nižší. Nejednoznačný výsledek se dá pozorovat i u vytápění, který je spíše sporný.

Tabulka 9 Produkce papíru v závislosti na vlivech na ni působících.

	Průměr [kg/os/rok]	Medián [kg/os/rok]	Modus [kg/os/rok]	Odchylka [kg/os/rok]	Rozptyl [kg/os/rok]	Počet
Původní	20,4	16,7	0,8	22,2	492,1	6219
Vytápění	21,4	14,1	17,0	53,2	2834,1	507
Zástavba	20,7	16,8	17,7	24,2	586,1	4514
Školy	23,1	16,7	3,7	30,9	955,5	630
Parky	21,3	16,7	21,5	13,9	194,1	221
Zahrádky	23,6	19,8	21,3	20,9	438,4	254
Market	21,6	17,8	17,8	20,5	418,5	315
Silnice	20,7	15,5	9,2	24,8	617,2	627

Tabulka vlivů a jejich statistických hodnot u plastu

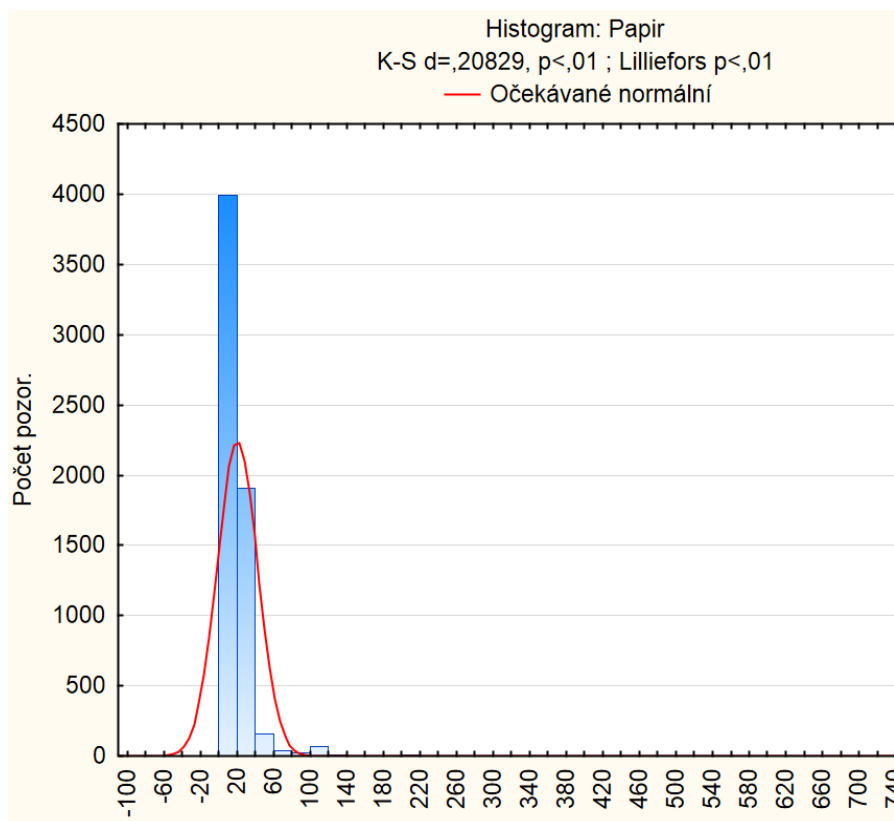
U plastu byla situace velmi podobná. Tu znázorňují hodnoty v Tabulce 10. I zde byl prokázán vliv zvýšení produkce plastů u škol a parků. O poznání vyšší je i produkce v blízkosti zahrádkářských kolonií. Naopak u silnic je trend spíše opačný, tedy že u velkých silnic se vyřídilo méně plastů. Poslední zajímavou skutečností skrývá vytápění. Zde se jasně ukazuje, že centrálně vytápěná zástavba vyřídí asi o 20 % méně než lokálně vytápěná zástavba. Vliv obchodních center a škol není příliš průkazný.

Tabulka 10 Produkce plastu v závislosti na vlivech na ni působících.

	Průměr [kg/os/rok]	Medián [kg/os/rok]	Modus [kg/os/rok]	Odchylka [kg/os/rok]	Rozptyl [kg/os/rok]	Počet
Původní	13	9,9	8,2	17,9	319,6	6219
Vytápění	10,7	7,1	4,9	24,5	598,6	507
Zástavba	12,1	9,2	7,8	19,8	392,9	4514
Školy	13,8	9,5	22,6	16,6	273,9	630
Parky	15,2	8,4	13,8	68,5	4696,5	221
Zahrádky	15,0	10,9	10,9	28,9	834,4	254
Market	13,1	11,3	11,3	13,7	188,7	315
Silnice	12,2	7,8	8,8	14,2	200,6	627

Stanovení normality dat a míry korelace

Pro korelační analýzu je nejprve třeba určit, zda data pochází z normálního rozdělení. Reální data z velké části z normálního rozdělení nepochází. To lze dokázat několika různými způsoby. Jednou ze základních postupů je vytvořit histogram daných dat. Ten již byl vytvořen na Obrázku 31. Druhou možností je využít program STATISTIKA a data vyhodnotit pomocí Lillieforsova testu normality dat na hladině významnosti 0,01. To bylo provedeno a výsledný histogram (Obrázek 34), který jasně ukazuje, že data nemají normální rozdělení, protože p hodnota je pro Lilieforsův test nižší než hodnota požadovaná. Na základě této skutečnosti je hypotéza normálního rozdělení dat zamítnuta a pracuje se s daty, jako s nenormálním rozdělením.



Obrázek 34 Lillieforsův test normality dat.

Vzhledem k jinému než normálnímu rozdělení dat, není možné využití Pearsonova koeficientu korelace. Z tohoto důvodu zde byl využit Spearmanův koeficient korelace. Více informací ke Spearmanovu a Pearsonovu koeficientu lze nalézt v [38], [39]. Korelace byly vyhodnoceny v programu STATISTIKA za využití Spearmanovi korelace. Výsledná tabulka pak tvoří matici korelačních koeficientů mezi všemi danými parametry. V této práci se řeší především produkce odpadu, konkrétně papíru a plastu, proto byly přebytečné koeficienty odstraněny a v matici pak zůstaly jen ty významné. Koeficienty korelace jsou zobrazeny v Obrázku 35. Z těchto dat jasně vyplývá, že existuje vysoká korelace mezi produkcí plastu a papíru. Naopak ostatní vlivy mají spíše malý účinek.

Proměnná	Papir	Plast
Papir	1,000000	0,648311
Plast	0,648311	1,000000
Vzd	-0,044032	0,066640
Obyv	-0,110124	-0,239946
Vyt	-0,107176	-0,180291
Zast	-0,014911	-0,239724
Skol	-0,019426	-0,058330
Park	0,026320	-0,041190
Zahr	0,059576	0,016186
Super	0,011496	-0,013295
Siln	-0,072698	-0,113874

Obrázek 35 Spearmanovi koeficienty korelace.

Vzhledem k tomu, že popisnou statistikou a korelačními koeficienty lze zjistit vlivy pouze dvou parametrů na sobě navzájem, přistoupilo se k další části analýzy. Je potřeba zjistit, zda na sobě není závislých více vlivů najednou.

3.4.3 Asociační pravidla

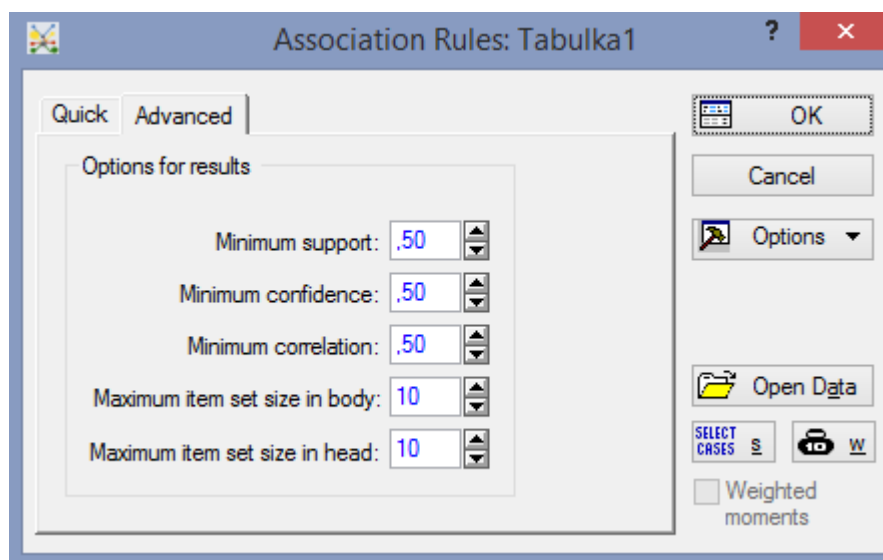
Pro velké objemy dat nejsou standartní statistické metody příliš vhodné, proto pro složitější nelineární vztahy bez omezujících prostředků je potřeba využít jinou metodiku. Tato metodika se jmenuje takzvaný „data mining“, který se řadí do poměrně nového odvětví statistiky. Principiálně se jedná se o netriviální získávání předtím neznámé a potenciálně užitečné informace ukryté v datech. Umožňuje z ukládaných dat získat složitější a užitečnější informace než jen grafy a základní přehledy. Z hlediska statistiky umožňuje vyšetření vzájemných vztahů, vzorů, datových závislostí a trendů vyskytujících se v datech.

Ze zmíněného data miningu tvoří jednu podkategorii i asociační pravidla. Jedná se o specifické metody, které umožňují z velkého množství počtu záznamů stanovovat pravidla. Ve své podstatě představují predikční model zapsaný formou implikací s pravděpodobnostní interpretací. Každá implikace je doplněna vhodnými statistikami, které zvyšují její informační hodnotu a umožňují implikace třdit a vybírat. Velké využití tato pravidla mají hlavně v oblasti nakupování. Je zde možné aplikovat například pravidlo, které říká že pokud návštěvník klikne na záložku „Pro ženy“, tak s určitou pravděpodobností klikne také na „hubnutí a diety“. Více o asociačních metodách lze zjistit v [41].

Co se týče samotné úlohy, tak použití regrese a souvisejících regresních koeficientů se zdá být pro tuto úlohu nevhodné, jelikož značná část dat je zastoupena pouze výstupem představující pouze hodnotu „1“ a „0“. Z tohoto důvodu se přistupuje k použití zmíněných asociačních pravidel ve výpočetním programu STATISTIKA. Navíc dříve provedené korelace nejsou schopny ukázat všechny souvislosti mezi proměnnými, protože vždy zkoumají jen jednotlivé dvojice.

Vstupní data do této metody bylo nutné rozdělit na jednotlivých podskupin, vzhledem k povaze asociačních pravidel. Všechny množiny dat obsahující číselné údaje, jako produkce papíru, plastů, docházková vzdálenost a počet lidí žijících v daném čísle popisném, byly rozděleny do tří podskupin. Záznamů bylo celkem 6200, proto jednotlivé skupiny obsahovaly přibližně 2070 hodnot označených čísly „1“ pro nízké hodnoty, „2“ pro hodnoty okolo mediánu a „3“ pro vysoké hodnoty. Po tomto kroku se mohlo přistoupit k vyhodnocení samotné asociace mezi daty.

Při nastavování metody jsou žádány parametry, viz Obrázek 36.



Obrázek 36 Zadávání parametry asociační metody.

Podpora (support) - pravidlo $A \Rightarrow B$ platí s podporou supp, pokud $\text{supp} * 100\%$ řádků v relační tabulce obsahuje položky reprezentované predikáty z obou stran asociačního pravidla. Jinými slovy je to frekvence výskytu pravidla v dané databázi

Spolehlivost (confidence) - pravidlo $A \Rightarrow B$ má spolehlivost c, pokud $c * 100\%$ řádků v relační tabulce obsahující položky z A obsahuje také položky z B. Jinými slovy je to síla implikace v asociačním pravidle nebo míra jakou se lze na dané pravidlo spolehnout.

Korelace (correlation) – udává minimální korelaci, pro kterou dané implikace vyvozuje.

Výsledky nenaplnily zcela předpokládaná očekávání. Vzhledem k tomu, že počet hodnot vlivů je zpravidla velmi nízký, má i nízkou podporu v datech. Z tohoto důvodu při nastavení vyšší hodnoty podpory není možné účinně identifikovat dopad vlivů na produkci separovaných složek odpadu. Při nastavení hodnoty podpory vyšší než je počet dat s hodnotou „1“, se výstupem stanou pouze opačné hodnoty, tedy „0“. Tímto způsobem není možné identifikovat vliv většiny parametrů. Na druhou stranu je možné identifikovat přesný opak, tedy ty oblasti, kde naopak daný vliv nepůsobí. Při nastavení podpory na velmi nízkou hodnotu pak výsledky naopak ztrácí význam a to z toho důvodu, že jsou vypsány úplně všechny kombinace. Ve výsledném zhodnocení byla nastavena podpora na 30% a spolehlivost dosahovala hodnoty 95%. Výsledky jsou uvedeny v Tabulce 11. Hledanou veličinou byl vždy pouze plast a papír a to jak na straně Body (příčina), tak na straně Head (důsledek).

Tabulka 11 Výstup asociačních pravidel.

Body		Head	Podpora	Spolehlivost
Papír == 1,	==>	Zahrada == 0,	32,7	97,5
Papír == 1,	==>	Market == 0,	32,1	95,6
Papír == 2,	==>	Zahrada == 0,	31,4	96,2
Papír == 3,	==>	Vytápění == 0,	32,4	95,7
Papír == 3,	==>	Market == 0,	32,3	95,4
Plast == 2,	==>	Parky == 0,	36,8	98,0
Plast == 2,	==>	Zahrada == 0,	36,1	96,1
Plast == 3,	==>	Vytápění == 0,	34,8	97,0
Plast == 3,	==>	Parky == 0,	34,6	96,5
Plast == 3,	==>	Zahrada == 0,	34,3	95,6
Plast == 3,	==>	Market == 0,	34,5	96,3

Pro nastavení podpory minimálně 30 % a spolehlivosti 95% bylo nalezeno celkem 510 asociací, bohužel většina z nich jsou v této analýze a povaze dat přebytné. Z tabulky vyplývá, že pokud bude produkce papíru nízká nebo střední, tak zde nebudou přítomny zahrádkářské kolonie. Z toho se dá vyvodit, že při vyšší míře produkce odpadu papíru budou z větší části zahradnické osady přítomny, jak potvrzuje i provedená popisná statistika. Pro papír je dále uvedeno, že při vysoké míře separace papíru jsou přítomny lokálně vytápěné zástavby, což s popisnou statistikou mírně nesouhlasí. Posledním uvedeným údajem je vliv obchodních středisek (market). Zde asociační pravidla uvádí, že při nepřítomnosti obchodů je produkce separovaného papíru buď vysoká, nebo naopak nízká.

U plastu lze pozorovat při střední a vyšší míře separace vliv nepřítomnosti parků a zahrádkářských kolonií. Co se týče vytápění, tak se plast shoduje s papírem, kdy u lokálně vytápěných zástaveb uvádí vyšší separaci plastu. Celkem je pak k dispozici dalších cca 500 asociací, většina z nich jsou více jak dvoufaktorové. Což znamená, že obsahují více než pouze jednu složku, jak bylo uvedeno v Tabulce 11. Většina z těchto implikací jsou vzhledem k charakteru dat snadno odhadnutelné a tedy i zbytečné.

Nabízelo se i řešení snížení vlivu podpory a tím pádem povolení mnohem více možných implikací. To však mělo za následek pouze zvýšení počtu snadno odhadnutelných implikací a nárůstu množství takových, které si spíše odporují. Hledaných hodnot, tedy že by součástí Head byl výstup „1“ nebylo z výpočetních důvodů v této práci dosaženo. Byly však porovnány veškeré vlivy přes asociační pravidla.

3.5 Diskuze výsledků

Výstupem práce je sada vlivů, kdy některé jsou a některé naopak nejsou statisticky významné. V části popisná statistika bylo zjištěno, že na produkci papíru má vliv přítomnost škol i parků a vysoký vliv má i přítomnost zahrádkářských kolonií a obchodních středisek. Naopak minimální vliv má docházková vzdálenost, vytápění a přítomnost velkých cest. Na množství separovaně sbíraného plastu má vliv vytápění. V lokálně vytápěné zástavbě je produkce vyšší než v centrálně vytápěné. V okolí zahradnických kolonií, obchodních středisek a parků se také ukázala vyšší produkce separovaně sbíraného plastu. Naopak u velkých silnic bylo produkce dokonce nižší. Téměř žádný vliv se ukázal v případě typu zástavby a u přítomnosti škol.

V další části se data ověřila přes korelační analýzu. I zde bylo zjištěno, že vlivy korelují s produkcí odpadu spíše ve velmi nízké míře. Následná asociační analýza byla provedena pro zjištění asociací různých vlivů a jejich kombinací na produkci separovaných složek odpadu. Zde se ukázaly slabé stránky této metody a kombinace výsledků byly spíše neprůkazné. Na druhou stranu se zde potvrdily některé výsledky popisné statistiky a to například u vyšší míry separace plastů v lokálně vytápěné zástavbě nebo u vlivu zahrádkářských kolonií na míru separace papíru.

Mezi silné stránky této metodiky patří poměrně velké množství dat. Byla zde jak všechna ČP v celé obci Jihlava, tak polohy všech kontejnerů. Součástí byly i velmi detailní údaje o svozu většiny druhů odpadu a po vyžádání i mapa vytápění ve vysokém rozlišení. Tím bylo zajištěno, že veškeré výpočty mohly probíhat správně až na jednotky metrů. Silnou stránkou jsou i užité metody a jejich výsledky.

Mezi slabé stránky patří hlavně nekompatibilní vstupní data. Velké množství údajů bylo nutné dohledávat a ani přes veškerou možnou snahu nebyly některé údaje nalezeny kvůli anonymizaci a celkové míře utajení. Další věcí je pak samotný odhad, že každý občan ví, která nádoba na separovaný odpad je mu nejbližší. Navíc se brala pouze vzdálenost letecká.

Pro další zlepšení by bylo zapotřebí obstarat veškerá data o kontejnerech, ideálně, i aby byla na sebe kompatibilní. V dalším kroku vytvořit síť ulic a počítat opět s minimální docházkovou vzdáleností, ale brát v úvahu i neprůchozí ulice i domy. Pro další ověření správnosti zkoumaných vlivů a interpretace výsledků by bylo nutné aplikovat tuto metodiku i na jinou lokalitu nebo ještě lépe na několik lokalit. Pak by bylo možné jasně říci, které vlivy jsou na produkci separovaných složek odpadu rozhodující.

4. ZÁVĚR

Cílem diplomové práce bylo vyhodnocení vlivu společensko-ekonomických faktorů na produkci separovaně sbíraných složek komunálního odpadu na obecní úrovni, konkrétně ve městě Jihlava. Znalost vlivu těchto faktorů pomůže k získání povědomí o této problematice a nadále pomůže přesněji odhadovat produkci separovaného odpadu i v jiných obcích. To může mít za následek mnohem efektivnější predikci dané produkce, s ní související svoz odpadu a umístění nádob na separovaný odpad.

V první části práce byla popsána současná úroveň odpadového hospodářství České republiky a s tím související legislativa. Dále jsou zde popsány různé druhy odpadů, které se na území obce mohou vyskytovat. Jejich přesné rozdělení a značení bylo přiblíženo v katalogu odpadů. Důraz byl zde kladen hlavně na popsání problematiky separovaně sbíraných složek odpadu a možnosti jejich třídění. Byly zde nastíněny i některé vlivy, které by na tuto produkci mohli mít vliv dle dřívějších zjištění. Situace ohledně nejednoznačnosti vykazovaných statistik a nakládání s odpady byla řešena spíše okrajově.

V druhé části práce byla navržena a provedena metodika zpracování údajů o obecním odpadu do takové podoby, aby je bylo možné efektivně analyzovat. V úvodu této části byla do celé problematiky zasazena i sledovaná obec Jihlava. Dostupná vstupní data byla popsána včetně jejich nedostatků a chybějících údajů a následně zpracována. K tomu byly použity i pokročilejší funkce programu MS Excel jako například programovací jazyk VBA. Díky němu bylo možné přiřadit každému číslu popisnému svůj nejbližší kontejner na separovaný odpad. Pomocí této metodiky a jejím samostatným krokům se mohlo úspěšně přejít k výstupu a posouzení, který představoval produkci separovaně sbíraných složek komunálního odpadu, konkrétněji plastu a papíru, všech čísel popisných v obci Jihlava. Údaje jsou popsány v jednotce osoba/kg/rok pro obě separované složky.

V třetí a zároveň finální části práce byla zpracovaná data analyzována různými postupy. Nejprve byly odhadnuty a představeny sociálně-ekonomické faktory, které by mohly na produkci mít vliv. Tyto vlivy byly dále zkoumány nejprve pomocí popisné statistiky v prostředí MS Excel. V další části byla práce zpracovávána zejména v programu STATISTICA. Zde byly rozhodnuto o charakteru dat a byla zpracována také korelační analýza. Posledním krokem pak bylo veškeré vlivy působící na produkci analyzovat pomocí asociačních pravidel. Výsledky analýzy ukázaly na významný vliv přítomnosti škol, parků, zahrádkářských kolonií a obchodních středisek na lokální produkci obecního odpadu.

SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] Sbírka zákonů česká republiky: Zákon č. 185/2001 Sb., ze dne 15. Května 2001 o odpadech [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-185
- [2] Směsný komunální odpad. Vítejte na Zemi [online]. ESF, CENIA, PARTNEŘI, 2013 [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.vitejtenazemi.cz/cenia/
- [3] Ministerstvo životního prostředí ČR: Plán odpadového hospodářství ČR pro období 2015 – 2024 [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.mzp.cz/cz/plan_odpadoveho_hospodarstvi_cr
- [4] Sbírka zákonů česká republiky: Zákon č. 477/2001 Sb., ze dne 1. Ledna 2001 o obalech [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-477
- [5] Sbírka zákonů česká republiky: Vyhláška č. 93/2016 Sb., ze dne 1. Dubna 2016 o Katalog odpadů [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2016-93/zneni-20160401#p10-1-1
- [6] Sbírka zákonů česká republiky: Vyhláška č. 383/2001 Sb., ze dne 9. Listopadu 2001 o Nakládání s odpady [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2001-383
- [7] Sbírka zákonů česká republiky: Vyhláška č. 374/2008 Sb., ze dne 13. Října 2008 o Převpravě odpadů [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2008-374
- [8] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 2008/98/ES ze dne 19. listopadu 2008 o odpadech a o zrušení některých směrnic. Úřední věstník Evropské unie L 312, 2008.
- [9] Směrnice Evropského parlamentu a Rady 94/62/ES ze dne 20. prosince 1994 o obalech a obalových odpadech. Úřední věstník Evropské unie L 365, 1994.
- [10] Sbírka zákonů česká republiky: Nařízení vlády č. 352/2014 Sb., ze dne 31. Prosince 2014 o Plánu odpadového hospodářství [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.zakonyprolidi.cz/cs/2014-352
- [11] Eurostat Home [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.epp.eurostat.ec.europa.eu/portal/page/portal/eurostat/home/
- [12] Step analýza [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.clanky.rvp.cz/clanek/c/US/1127/STEP-ANALYZA.html/
- [13] ŠOMPLÁK, R.; PAVLAS, M.; KROPÁČ, J.; ZAVÍRALOVÁ, L. Justýna – nástroj pro odhad produkce a výhřevnosti komunálních, odpadů na úrovni mikroregionů. In elektronicka verze (online). 2015. s. 1-12. ISBN: 978-80-85990-26- 3.
- [14] ZAVÍRALOVÁ, L.; ŠOMPLÁK, R.; PAVLAS, M.; KROPÁČ, J.; POPELA, P.; PUTNA, O.; GREGOR, J. Computational system for simulation and forecasting in waste management incomplete data problem. In Proceedings of the 18th International Conference on Process Integration, Modelling and Optimisation for Energy Saving

- and Pollution Reduction (PRES 2015). CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS. Miláno, Itálie: Aidic Servizi Srl, 2015. p. 763-768. ISBN: 978-88-95608-36- 5.
- [15] ŠOMPLÁK, R.; PAVLAS, M.; SMEJKALOVÁ, V. Pokrok ve vývoji nástroje pro predikci produkce a složení komunálních odpadů. In Sborník konference. Praha: CEMC, 2016. s. 1-16. ISBN: 978-80-85990-28- 7.
 - [16] ÚSTAV PROCESNÍHO INŽENÝRSTVÍ, FSI, VUT V BRNĚ. Interní zdroj.
 - [17] Veřejný informační systém odpadového hospodářství Ministerstva životního prostředí (VISOH) [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.isoh.cenia.cz/groupisoh/
 - [18] Informační systém odpadového hospodářství (ISOH) [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www1.cenia.cz/www/odpady/isoh
 - [19] Český statistický úřad | ČSÚ [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.czso.cz/
 - [20] Informační systém statistiky a reportingu [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <https://issar.cenia.cz/>
 - [21] Jak správně třídit - barevné kontejnery [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.jaktridit.cz/cz/>
 - [22] Komwag, podnik čistoty a údržby města [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <https://www.komwag.cz/odpady/kontejnery-na-odpad>
 - [23] Ústav procesního inženýrství [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://upi.fme.vutbr.cz/>
 - [24] Eurocities [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.eurocities.eu/eurocities/>
 - [25] EKO-KOM [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.ekokom.cz/cz>
 - [26] Hnutí duha: lepší recyklační služby [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: http://www.hnutiduha.cz/sites/default/files/publikace/typo3/lepsi_recyklaacni_sluzby.pdf
 - [27] Oficiální stránky města Jihlava [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <https://www.jihlava.cz/>
 - [28] Jihlavské kotelny s.r.o. Jihlava [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.jihlavsketekotelny.cz/index.php?oid=3970996>
 - [29] Služby města Jihlava [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.smj.cz/>
 - [30] Mapy – API verze 4.13 Neil Armstrong [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <https://api.mapy.cz/>
 - [31] ŠVARC, V. Regionální charakteristiky komunálního odpadu. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2016. 44 s. Vedoucí bakalářské práce Ing. Jiří Kropáč, Ph.D.
 - [32] Webová aplikace mapy [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <https://mapy.cz/>

- [33] Hamstermap: All in mapping [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.hamstermap.com/>
- [34] Dennison G.J., Dodd V.A., Whelan B. (1996). A socio-economic based survey of household waste characteristics in the city of Dublin, Ireland — II. Waste quantities. Resources, Conservation and Recycling, vol. 17, issue 3, p. 245-257. DOI: 10.1016/0921-3449(96)01155-X. Dostupné z: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/092134499601155X>
- [35] Salhofer, S. and Graggaber, M. (1999). Erhebung des kommunalen Abfallaufkommens und Untersuchung ausgewählter Sammelsysteme im Bundesland Salzburg. Project report, unpublished, Vienna.
- [36] Emery A., Griffiths A.J., Myrddin S., William K.P. (2000). Detailed study of household waste arising in a traditional south Wales valley community. IV European 81 Waste Forum. Innovation in Waste Management. Proceedings of the IV European Waste Forum Milano Nov. 30 – Dec. 1 2000, Centro di Ingegneria per la Protezione dell' Ambiente (C.I.P.A.) (Eds), p. 161-180.
- [37] Olomoučtí geoinformatici - mapa rozdělení regionů na město a venkov [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: https://figshare.com/articles/Using_a_fuzzy_inference_system_to_delimit_rural_and_urban_municipalities_in_the_Czech_republic_in_2010/1132274
- [38] LITSCHMANNOVÁ, M. Úvod do statistiky. Ostrava: Vysoká škola báňská, 2011, 366s. [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: www.mi21.vsb.cz/sites/mi21.vsb.cz/files/unit/uvod_do_statistiky.pdf
- [39] KARPÍŠEK, Z. Matematika IV. 1.vyd. Brno: Akademické nakladatelství CERM, 2014, 171s. ISBN 978-80-214-4858-2.
- [40] Matematika online [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://mathonline.fme.vutbr.cz/>
- [41] Statsoft, asociační pravidla [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: <http://www.statsoft.com/Textbook/Association-Rules>
- [42] Europa, Circular Economy Package (CEP) [online]. [cit. 2018-05-24]. Dostupné z: CEP http://ec.europa.eu/environment/circular-economy/index_en.htm

SEZNAM POUŽITÝCH ZKRATEK

ČR	-	Česká republika
ČP	-	Číslo popisné
ČSÚ	-	Český statistický úřad
EU	-	Evropská Unie
GPS	-	Globální poziční systém
HDP	-	Hrubý domácí produkt
KO	-	Komunální odpad
ID	-	Identifikační číslo
ISOH	-	Informační systém odpadového hospodářství
MS	-	Microsoft
MŽP	-	Ministerstvo životního prostředí
OH	-	Odpadové hospodářství
POH	-	Plán odpadového hospodářství
SKO	-	Směsný komunální odpad
UPI	-	Ústav procesního inženýrství
USA	-	Spojené státy americké
VBA	-	Visual Basic for Applications
(V)ISOH	-	Veřejný informační systém odpadového hospodářství

SEZNAM PŘÍLOH

Příloha 1: Třídění a párování dat v souboru MS Excel	DP_Švarc_161413_Příloha_1.xls
Příloha 2: Makro pro papír v souboru MS Excel	DP_Švarc_161413_Příloha_2.xlsm
Příloha 3: Makro pro plast v souboru MS Excel	DP_Švarc_161413_Příloha_3.xlsm
Příloha 4: Analýza dat v souboru MS Excel	DP_Švarc_161413_Příloha_4.xls
Příloha 5: Mapa přípojení v souboru Adobe reader	DP_Švarc_161413_Příloha_5.pdf